

Resumen

El proyecto consiste en analizar la viabilidad técnica y económica de una planta de producción de energía eléctrica fotovoltaica, con una potencia de 500 KW., conectada a la red, con la intención de llevar a término dicha instalación, si los propietarios de la finca dan su visto bueno.

Por motivos que se enumerarán más adelante se ha escogido hacer la instalación sobre estructura metálica fija.

Durante las diferentes fases del proyecto, se estudiarán los principios básicos de funcionamiento de los diferentes elementos que componen el campo.

Igualmente se hará un estudio del marco legal actual, de la viabilidad económica y financiera del proyecto de inversión, del impacto ambiental y de seguridad y salud.





Indice

RESUMEN	1
INDICE	3
1. GLOSARIO	7
2. PREFACIO	9
3. INTRODUCCIÓN	13
3.1. Objetivo	13
3.2. Alcance.....	13
4. MARCO LEGAL	14
5. GRANJA FOTOVOLTAICA DE 500 KW EN TERRENO RÚSTICO	15
5.1. Situación Global. Mercado fotovoltaico en España	15
5.2. Antecedentes	16
5.3. Ubicación.....	16
5.4. Proyecto	17
5.5. Paneles fotovoltaicos	19
5.6. Sistemas de captación móviles y fijos	21
5.7. Inversores ó sistemas de acondicionamiento de potencia.....	23
5.8. Cálculos eléctricos	26
5.8.1. Dimensionado del generador fotovoltaico	26
5.8.2. Cálculo de pérdidas en la instalación eléctrica.....	30
5.9. Producción anual esperada	32
5.9.1. Rango de potencia del módulo fotovoltaico.....	32
5.9.2. Efecto de la temperatura.	33
5.9.3. Pérdidas por suciedad sobre los módulos.....	34
5.9.4. Pérdidas por inclinación y acimut.....	34
5.9.5. Pérdidas por sombras.	34
5.9.6. Pérdidas por degradación fotónica	37
5.9.7. Pérdidas Eléctricas.....	37
5.9.8. Resumen de pérdidas y producción anual esperada.....	37
5.10. Conexión a la red eléctrica.....	39
5.10.1. Cuadros eléctricos.....	40
5.10.2. Protección contra contactos directos.	42
5.10.3. Protección contra cortocircuitos.	42



5.10.4. Separación galvánica.....	42
5.10.5. Toma de Tierra.....	43
5.10.6. Armónicos y compatibilidad electromagnética.....	43
5.10.7. Variaciones de tensión y frecuencia en la red.....	43
5.10.8. Interruptor general manual.....	44
5.10.9. Protección contra el funcionamiento en modo de isla del inversor.....	44
5.10.10. Contador.....	44
5.11. Conexión a red.....	46
5.11.1. Línea de conexión al centro de transformación.....	46
5.11.2. Centro de transformación para exportación de energía.....	46
5.11.3. Local.....	46
5.11.4. Instalación eléctrica.....	47
5.11.5. Distribución de los paneles.....	49
5.12. Obra Civil.....	49
5.12.1. Condiciones urbanísticas.....	50
5.12.2. Viales y plataformas.....	50
5.12.3. Cimentación de las estructuras soporte.....	50
5.12.4. Edificio de inversores y centro de transformación.....	51
5.12.5. Centro de transformación.....	52
5.12.6. Zanjas y canales para cableado.....	53
5.13. Pasos legales a realizar.....	53
5.14. Análisis económico y financiero.....	58
5.14.1. Presupuesto.....	58
5.14.2. Análisis Financiero.....	61
5.15. Impacto Ambiental.....	64
5.16. Estudio seguridad y salud.....	67
CONCLUSIONES.	71
ANEXOS.	73
A: Estudio de sombras.....	74
B: Formularios y trámites.....	78
C: Mediciones y presupuestos.....	87
D: Carpeta de planos.....	100
ANEXOS INCLUIDOS SOLO EN EL CD.	101
E: Catálogos.....	101
F: Boletines Oficiales y Real Decretos.....	101
BIBLIOGRAFIA	102





1. Glosario

Las siguientes palabras y términos tienen significados particulares en el contexto de éste proyecto:

Efecto fotovoltaico: Generación directa de energía eléctrica a partir de la luz.

Célula fotovoltaica: Es el elemento más pequeño del sistema fotovoltaico, capaz de generar energía eléctrica a partir de la luz.

Radiación solar: Energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.

Irradiancia: Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo. Se mide en kWh/m².

Módulo fotovoltaico: Es un conjunto de células interconectadas y encapsuladas en una pieza de vidrio, montándose todo el conjunto, habitualmente, en un marco de aluminio.

Cadena: Módulos fotovoltaicos unidos eléctricamente en serie, hasta conseguir el voltaje requerido para conectar a un inversor. Las cadenas se unen en paralelo hasta conseguir la potencia requerida por el inversor.

Generador fotovoltaico: Todo el conjunto de módulos fotovoltaicos que convergen en un inversor.

Inversor: Dispositivo que convierte la corriente continua en corriente alterna.

Potencia nominal del generador fotovoltaico: Suma de las potencias de los módulos fotovoltaicos unidos en serie y paralelo.

Potencia de la instalación fotovoltaica: Suma de la potencia nominal de los inversores.

Condiciones Estándar de Medida (CEM): Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares. Se define en las condiciones de Irradiancia solar: 1000W/m², Distribución espectral: AM 1,5 G, Temperatura de la Célula: 25 °C.

Angulo de inclinación: Es el ángulo de inclinación del plano de un módulo fotovoltaico, contado desde la horizontal.

Azimut: Orientación del módulo solar con respecto al Sur que es ángulo 0°. Sí el azimut es hacia el este se mide negativo y sí es al oeste se mide positivo.



Compañía: La empresa de distribución eléctrica a la que venderemos la electricidad producida.

Licencia: Acuerdo de la Compañía para conectar el sistema fotovoltaico a su sistema de distribución de electricidad.



2. PREFACIO

El consumo de energía está directamente relacionado con la evolución de la humanidad. Basta pensar la energía que debía consumir el hombre primitivo y compararla con la que nosotros consumimos actualmente [1], figura 2.1

Etapas	Tiempo	Consumo por día (vatios)
Hombre primitivo	Hace 1.000.000 de años	100
Hombre cazador	Hace 100.000 años	250
Agricultor primitivo	5.000 años a.C.	600
Agricultor	1.400 años d.C.	1300
Hombre industrial	Siglo XIX	3850
Hombre Tecnológico	Actual	11500

Figura 2.1

El consumo actual de energía se basa, casi en su totalidad, en la proveniente de residuos fósiles, que se agotarán, y que además provocan una gran degradación medioambiental.

Hablamos, en nuestra ignorancia ó arrogancia, de producción de petróleo como si éste fuera un invento nuestro que sabemos fabricar.

La insaciable necesidad de los países desarrollados, entre los cuales se incluye el nuestro, provocada por el despilfarro en que se basa nuestro estilo de vida; millones de coches, con potencias exageradas, se mueven por nuestras ciudades a velocidades medias de bicicleta; vamos al cine, a los restaurantes, a los centros comerciales, etc., en verano, con chaqueta y a los mismos sitios en invierno en manga corta, nuestras ciudades permanecen iluminadas toda la noche, etc., todo ello unido a la expansión que se prevé para la China y la India, deseosos de copiar nuestro modelo, el panorama es, siendo optimista, preocupante y es evidente que habremos conseguido liquidar en pocas décadas, las reservas de petróleo que la naturaleza creo en cientos de miles de años. Se prevé que al ritmo actual las reservas de petróleo se agotarán en 40 años y las de gas natural en 65 años

Las únicas alternativas que nos quedan son la energía nuclear de fusión, que tardara aún muchas décadas en estar operativa, y las energías renovables.

Dentro de las energías renovables están la hidráulica, que en nuestro país esta ya saturada, pues requiere de grandes extensiones de terreno y su construcción provoca un gran impacto social; la energía eólica que es la que mayor auge ha tenido en los últimos años siendo la producción en España, durante el año 2.006, de 22.492 GW.h; y , sin despreciar la biomasa, que representa hoy en día casi el 4% del consumo de energía en la



Unión Europea y que probablemente será de donde provenga parte del futuro combustible para vehículos, la energía solar tanto térmica como fotovoltaica, que es a corto y medio plazo, la que tiene más expectativas de futuro.

En el año 2001, después de la cumbre de Kyoto, el Consejo de la Unión Europea aprobó la directiva para las energías renovables [11], creándose las bases del mercado eléctrico para duplicar hasta el año 2010 la cuota de las energías renovables en el consumo energético, primario, de la UE, que debería llegar hasta la cuota del 12%, lo cual representaba, sobre la producción eléctrica, el 22% producida a través de energías renovables. Compromiso que en España parece de difícil consecución, pues aunque ha aumentado considerablemente la producción de energía renovables, el consumo lo ha hecho en mayor medida, dándose la paradoja de que a fecha de hoy la energía eléctrica consumida proveniente de energías renovables es menor que en el año 2003.

Es a partir de la publicación de la ley 54 del 27 de Noviembre de 1997 (BOE 28/11/1997) [4], donde se regula el sector eléctrico español y en especial la figura del auto productor al que se le da la posibilidad legal de vender sus excedentes a las distribuidoras de electricidad. Con todo esta ley no hacía posible el desarrollo de los campos fotovoltaicos.

Ha sido necesario que se desarrollara la ley mediante decretos posteriores para hacer posible el desarrollo del sector de energías renovables, especialmente la instalación de generadores fotovoltaicos. El Real Decreto 2818 del 23 de Diciembre del 1998 (BOE 30/12/1998) [5] y el Real Decreto 436 del 12 de Marzo del 2004 (BOE 27/3/2004) [6], derogando el anterior, establece el régimen por el que se rigen las instalaciones fotovoltaicas, en el artículo 2, categoría b, Subgrupo b.1.1

Instalaciones que únicamente utilicen como energía primaria la solar fotovoltaica.....

Además se establece, en el artículo 33, el régimen económico que regirá dichas instalaciones:

Artículo 33. Tarifas, primas e incentivos para instalaciones de categoría b), grupo 1.1 energía solar

Instalaciones de energía solar fotovoltaica del subgrupo b.1.1 de no más de 100 kW de potencia instalada:

Tarifa: 575 por ciento los primeros 25 años desde su puesta en marcha y 460 por ciento a partir de entonces.

Resto de instalaciones de energía fotovoltaica del subgrupo b.1.1:



Tarifa: 300 por ciento durante los primeros 25 años desde su puesta en marcha y 240 por ciento a partir de entonces.

Prima: 250 por ciento durante los primeros 25 años desde su puesta en marcha y 200 por ciento a partir de entonces.

Incentivo: 10 por ciento

Es a partir de la publicación del Real Decreto 436/2004[6] que la instalación de campos y techos generadores fotovoltaicos han tomado un gran auge, pasándose de los 11,8 MW que había instalados en el 2000 a los 118,2 MW instalados en el 2006, según datos del IDAE [17].

Cada año el sol arroja, sobre la superficie de la Tierra, cuatro mil veces la energía que consumimos y continuará haciéndolo durante varios miles de millones de años más.

La demanda eléctrica mundial a finales del 2.005 fue de 17.300 TWh [2] La producción media de una planta fotovoltaica, en el centro de Europa, es de 120 kWh/(m².año), por tanto bastaría una superficie de poco más de 144.000 km², que representa el 1,5% del área de Europa para cubrir la demanda mundial. Está claro que el sol nos da mucho más de lo que podemos consumir.

Por lo tanto nos encontramos ante una fuente de energía gratis e inagotable, y que, a parte de lo expuesto anteriormente, como veremos en el apartado 8.13, ofrecen una buena oportunidad de negocio, para particulares e industriales y que además presenta una serie de ventajas, tales como:

- Fomentan una nueva concienciación en el uso de la energía.
- Reducen la contaminación, en concreto las emisiones de CO₂.
- Ofrecen un balance energético positivo: la energía necesaria para fabricar los paneles es el equivalente a cinco años de su producción, siendo su vida superior a 25 años
- No presentan, prácticamente, problemas de mantenimiento, y en cualquier caso son de fácil solución.
- Es un negocio muy seguro, casi sin riesgos y que se financia fácilmente.
- Agiliza la independencia de las importaciones de petróleo.
- Evita conflictos territoriales por la necesidad del petróleo.
- La tiene todo el mundo y en parecidas cantidades.



Basándonos en las condiciones actuales del mercado de energías renovables, en las ventajas sociales y culturales que representan para la humanidad y en la buena oportunidad de negocio que significan, propondremos el siguiente proyecto para realizar un campo fotovoltaico, en una finca particular de Castelló d'Empuries, con una potencia instalada que vierta a la red un total de 500 kW y que la explotarán 5 empresas particulares.



3. INTRODUCCIÓN

3.1. Objetivo

Este proyecto tiene como objetivo ser la base de un proyecto de ingeniería que permita la construcción de un campo solar fotovoltaico con la intención de generar energía eléctrica para su venta a la red eléctrica.

3.2. Alcance

El proyecto abarcará los siguientes aspectos:

Recopilación de la normativa vigente.

Estudio de los elementos necesarios para la construcción del generador fotovoltaico y posterior dimensionado del mismo.

Obra civil necesaria.

Estudio de costes de los materiales.

Estudio financiero y viabilidad económica del proyecto.

Impacto Ambiental.

Aspectos a considerar para hacer el estudio de seguridad y salud.



4. Marco Legal

La instalación solar fotovoltaica considerada cumplirá la normativa vigente que a continuación se enumera:

- *Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico [4], regula la producción de energía eléctrica en régimen especial, previendo un régimen de incentivos para las energías renovables a fin y efecto de que su aportación en la demanda energética de España sea como mínimo del 12% en el año 2010.*
- *Real Decreto 2818/1998, de 23 de Diciembre [5], sobre producción de energía eléctrica para instalaciones abastecidas por recursos ó fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.*
- *Real Decreto 436/2004 de 12 de marzo [6], sobre metodología para actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en Régimen Especial.*
- *Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre [7], sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.*
- *Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto [8], por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.*
- *Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre [9], por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.*
- *Resolución de 31 de Mayo de 2001 [10], por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.*
- *Directiva 2001/77/CE del parlamento Europeo y del Consejo, 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de electricidad, DOCE nº L283, [11].*
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Complementaria MI.BT, en particular lo estipulado en su ICT-BT-40, incluidas las hojas de interpretación [12].*
- *Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHT) y Reglamento de Prevención de Riesgos Laborales, así como toda normativa que la complemente.*
- *Pliego de condiciones Técnicas de instalaciones conectadas a red del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la energía, IDAE, que fija las condiciones técnicas mínimas que deben de cumplir las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red, [23].*
- *Norma UNE 21030 para los conductores de todo el cableado eléctrico [24].*
- *Norma UNE 21123 para los aislamientos de los conductores [25].*



5. Granja Fotovoltaica de 500 KW en terreno rústico

5.1. Situación Global. Mercado fotovoltaico en España

Las energías renovables están reguladas por el Real Decreto 436/2004 [6], de 12 de marzo, que define específicamente las condiciones económicas y jurídicas de la tecnología fotovoltaica. Estas medidas y las expectativas de crecimiento han favorecido la expansión del mercado. El Real Decreto 436/2004 [6] aparece por los requerimientos marcados en el protocolo de Kyoto según el cual, para el año 2010, un determinado porcentaje del consumo eléctrico nacional debe ser soportado por energías renovables. Además habrá que limitar la emisión de CO₂ a la atmósfera equiparándola a valores de la pasada década, aspecto para el cual la energía fotovoltaica, así como el resto de energías renovables, dan un soporte bastante importante. El pasado 9 de Marzo de 2007 los presidentes de los países de la comunidad económica europea, reunidos en Bruselas, acordaron la obligatoriedad de que en el año 2020, en Europa, el 20% de la energía consumida, deberá provenir de energías limpias.

En estos momentos, el interés del mercado radica en las instalaciones de hasta 100 kW inyectados a red, para éstos, según el R.D.436/2004 [6], se aseguran una tarifa del 575% respecto a la Tarifa Media de Referencia (TMR) por potencia inyectada en la red de distribución. Esta nueva concepción del mercado fotovoltaico deriva en la aparición de las conocidas huertas o campos solares como la que aquí se propone. Estas garantizan su viabilidad basándose en los siguientes aspectos:

- El precio de venta de la energía producida referidas a tarifas de 2006 sería de 0,4405 €/kWh (TMR-2006: 7,66 c€/kWh).
- Garantía de compra de la energía eléctrica producida por el empleo de energías renovables durante 25 años. A partir de entonces, la tarifa se vería reducida en un 20% (460%) hasta el final de la vida de la instalación. Esta tarifa viene garantizada por la fracción de consumo eléctrico destinado a diversificación eléctrica.
- Previsión de revisión al alza de la TMR durante los próximos años en un rango anual comprendido entre 1 y el 2% (en el año 2.006 la subida fue del 7%). Sí bien este aspecto está bajo revisión por parte del Ministerio de Industria y se espera un nuevo Real Decreto que, aunque se esperaba para antes de que finalizará el 2.006, a fecha de hoy todavía no ha salido.



5.2. Antecedentes

Este proyecto se enmarcaría dentro de la órbita de negocio de varios promotores particulares, preferentemente de Castelló y alrededores, los cuales, desde su concienciación ambiental, tienen el ánimo de participar en una inversión que, aparte de su rentabilidad, aporta beneficios en varios otros aspectos y plantean además la posibilidad del empleo de las instalaciones como centro de capacitación, como centro de visitas y para cualquier otras actividades que, propuestas por cualquier interesado, como podría ser el propio Ayuntamiento o cualquier proyecto de educación ambiental del municipio, puedan ser compatibles con el normal funcionamiento de las instalaciones.

5.3. Ubicación

La energía solar es la fuente de energía más limpia y abundante de cuantas conocemos. El proyecto que se presenta aprovecha las ventajas climáticas y el alto número de horas solares equivalentes al año. Por su geografía creemos que Castelló d'Empuries es un buen emplazamiento para emprender un nuevo proyecto, dado por las características especiales de la parcela:

- a.- buena radiación solar
- b.- bajas temperaturas
- c.- con línea eléctrica para evacuación de energía
- d.- cuenta con el apoyo de la administración a través del plan de energía
- e.- tiene disponibilidad de agua para la limpieza de los paneles
- f.- buen acceso
- g.- participación activa de la propiedad

El plan de ejecución tiene previsto el uso de una parcela de 220 m x 80 m, orientada S-SE, en el paraje de Les Farreres, coordenadas geográficas $\text{lat} = 42^{\circ}16'12.3'' \text{ N}$ y $\text{L} = 3^{\circ}6'0.8'' \text{ E}$ del municipio de Castelló d'Empuries. Tiene una superficie de, aproximadamente 18.000 m². La extensión del terreno, su orientación y su inclinación (0,2%), se muestran ideales para la construcción y optimización de la actividad del campo fotovoltaico.

La ubicación de la parcela se muestra en la foto aérea 5.1



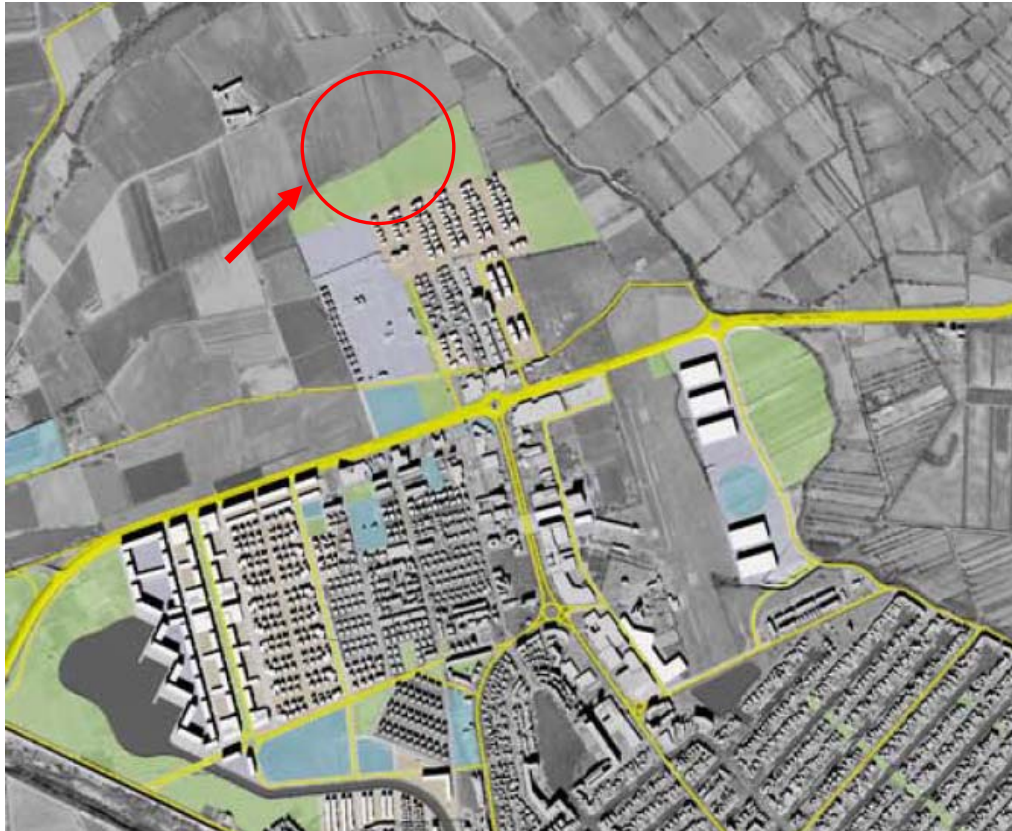


Foto 5.1. Foto aérea parcela.

Los módulos fotovoltaicos se instalarán con una orientación sur por razones de máximo aprovechamiento de la radiación solar.

Para su construcción no será necesaria una obra civil importante; las condiciones de inclinación del terreno, la existencia de línea de evacuación en el linde sur de la propia finca y la sencillez de la tecnología no requieren el empleo de ningún medio que suponga una obra civil molesta. Además, los plazos de ejecución previstos una vez conseguidos todos los permisos y autorizaciones necesarias, permitirán una instalación en funcionamiento en muy poco tiempo (se calculan 3 meses, a partir de la obtención de los permisos).

5.4. Proyecto

El proyecto que aquí se describe pretende la instalación de un total de 567 KWp fotovoltaicos que supondrán 500 KW inyectados en red. Se trata de una instalación estática sobre estructura metálica resistente a la corrosión atmosférica, anclada a una cimentación sobre puesta en suelo, suficiente para evitar el vuelco por la acción del viento. Además, toda la instalación eléctrica se ha diseñado según el reglamento de media y baja tensión. R.D. 1663/2000 [7]. Estas características confieren a las instalaciones unas condiciones de



fiabilidad para 25 años que, apoyadas en las garantías aportadas por los fabricantes de los materiales productivos, hacen que la ejecución del proyecto garantice la producción eléctrica de soporte a la comarca en el plazo establecido.

La instalación de media tensión que se requiere permitirá la evacuación de la energía producida en las condiciones marcadas por la compañía distribuidora.



5.5. Paneles fotovoltaicos

Se han escogido para este proyecto los paneles del fabricante alemán IBC-Solar GmbH.



SOLARMODULE

Polykristallin

IBC-225TE



Los motivos para escoger el tipo de paneles con el que se montará el generador fotovoltaico, son diversos y no necesariamente existe una sola buena solución al diseño. Existen varios aspectos importantes que hay que considerar a la hora de escoger el panel:

Disponibilidad real del panel, que implica la garantía de que una vez escogida una marca y modelo, el fabricante va a servirlos.

Los aspectos técnicos del panel, potencia, eficiencia, voltaje de salida e intensidad. A su vez cómo encajan las cadenas de paneles en el inversor que vamos a escoger y en concreto sí se puede realizar una configuración eléctrica, es decir número de paneles en serie de una cadena y número de cadenas por inversor, que optimice el funcionamiento del inversor.

Geometría del panel, dimensiones y peso. Una vez vista la distribución eléctrica del generador fotovoltaico, dicha distribución hay que instalarla de forma coherente en una estructura mecánica, intentando optimizar el espesor de los perfiles y sus largos que preferentemente deberían ser siempre estándares. El tamaño total de las estructuras deben a su vez encajar de forma práctica, coherente y elegante dentro del terreno que disponemos.

Precio del panel.

Que cumpla los estándares de calidad más exigentes y en particular con la EN 61.215.

Para este proyecto, en concreto, escogemos el panel IBC 225 TE que tiene las características generales mostradas en la tabla 5.1 y figura 5.2

VALORES DEL PANEL A 25°C			CONSTANTES DE TEMPERATURA	
Tensión a max. potencia	U_{mpp}	30,30	Tk (U_{oc})	-127 mV/°K
Intensidad a máx. potencia	I_{mpp}	7,44	Tk (I_{sc})	0,243 mA/°K
Tensión circuito abierto	U_{oc}	36,70	Tk (P)	-0,4 %/°K
Intensidad corto circuito	I_{sc}	8,13	EFICIENCIA	
Potencia nominal	P	225,00	+/- 2,5%	

Tabla 5.1. Características generales.



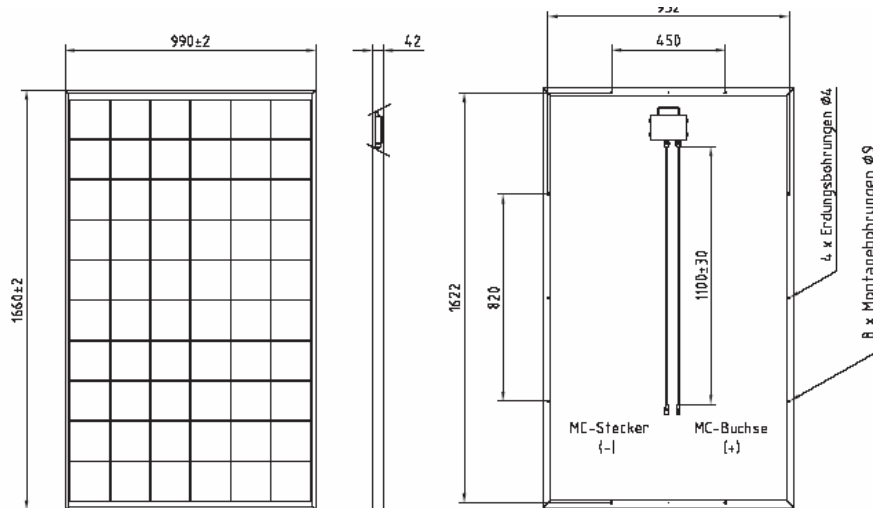


Figura 5.2.Medidas

5.6. Sistemas de captación móviles y fijos

Existen dos sistemas de soporte para los paneles solares, los fijos y los móviles.

Los sistemas fijos que son estructuras metálicas sin movimiento, que se orientan, idealmente, hacia el sur, aunque una variación en el azimut de $\pm 10\%$ no implica una gran variación en el rendimiento, y con una inclinación fija que da el mejor rendimiento posible en el compute de todo el año.

Los sistemas móviles montan los paneles sobre una estructura que a su vez está montada sobre un mecanismo, idealmente de 2 ejes, que es capaz de seguir el movimiento del sol durante el día y además es capaz de cambiar su ángulo de inclinación cada día, siguiendo la variación de la declinación del sol. Estos sistemas son capaces de incrementar el rendimiento de la instalación entre un 30% y un 40% anual. Sin embargo este tipo de instalación tiene varios inconvenientes:

Requieren de un mayor espacio, en concreto 2,5 veces más que una instalación fija. Esto es debido a las sombras que genera la superficie en movimiento en su seguimiento del sol. Si queremos realmente obtener el aumento de rendimiento que nos dan los seguidores tenemos que separarlos entre sí, una distancia mínima, tanto en la dirección Norte-Sur (esto también es obligatorio en la instalación fija) como en la dirección Este-Oeste (en la instalación fija esto no es necesario)

Requieren de mantenimiento y existe la probabilidad de averías en los mecanismos, lo cual hace que su rendimiento sea menor al teórico.

En una zona, como el Alt Emporda, con una media anual de 50 días con vientos extremos del cuadrante norte, la probabilidad de averías se multiplica. Así mismo la



mayoría de seguidores tienen un sistema de seguridad que los pone en posición paralela al suelo una vez sobrepasada una cierta fuerza de viento. Este hecho hace que su rendimiento anual disminuya en una zona de vientos fuertes.

El impacto visual es importante, no teniendo buena aceptación por parte de muchos ayuntamientos.

El precio final de la instalación se ve incrementado en un 20% aproximadamente.

Por tanto para el proyecto que nos ocupa, escogemos un sistema de soporte fijo, construido en estructura metálica, de acero galvanizado en caliente, con un espesor de 80 micras que garantiza una protección de, como mínimo, 25 años a la intemperie, según normas UNE 37-501 y 37-508. Así mismo la estructura y los cimientos se dimensionarán de manera que puedan soportar, aparte del propio peso de sí misma y de los paneles, el peso de una capa de nieve de 70 cm. y vientos de 130 km/h. Aunque el código NBE-AE-88 vigente exige que soporte vientos de hasta 105 Km/h, en la zona no son desconocidas tramontanas con vientos de mayor velocidad. La figura 5.3 muestra el perfil de la estructura.

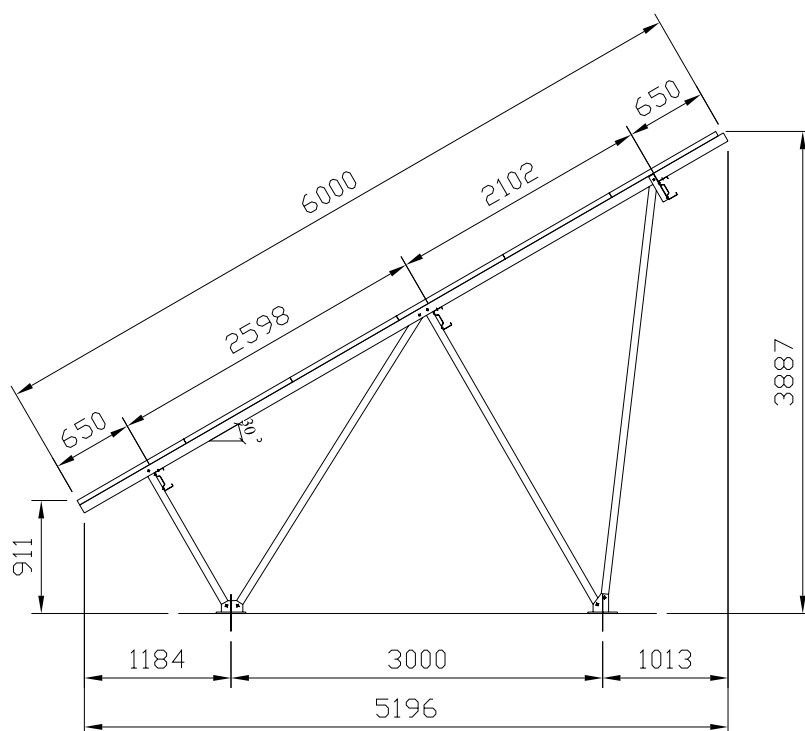


Figura 5.3. Estructura Soporte.



5.7. Inversores ó sistemas de acondicionamiento de potencia.

Para poder inyectar la corriente continua generada por los módulos a la red eléctrica, es necesario transformarla en corriente alterna de similares condiciones a la de la red. Esta función es realizada por unos equipos denominados inversores, que basándose en tecnología de potencia transforman la corriente continua procedente de los módulos en corriente alterna de la misma tensión y frecuencia que la de la red, pudiendo, de esta forma, operar la instalación fotovoltaica en paralelo con ella. Esto último es cierto siempre que se trate de una red de baja tensión, es decir trifásica de 400V. Según la normativa vigente, se debe conectar en Baja Tensión cuando la potencia sea menor de 100 KW. En el proyecto que nos ocupa, la potencia a ceder será de 500 KW y por lo tanto habrá que seguir las instrucciones y el diseño que proponga la compañía eléctrica para transformar la energía a MT (media tensión).

Para la conversión de la corriente continua generada por el generador fotovoltaico en corriente alterna de baja tensión se utilizarán 5 inversores trifásicos de 100 kW de potencia nominal, conectados a cada generador fotovoltaico.

El inversor elegido es el modelo SOLARMAX 100C de 100 kW fabricado por la empresa suiza SPUTNIK ENGINEERING AG, una de los mayores fabricantes europeos de inversores para conexión a red. Este inversor se caracteriza por ser tecnológicamente muy avanzado y cumplir con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión, así como con las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

Las características técnicas más relevantes de este inversor se especifican a continuación:

Autoprotección contra funcionamiento en modo isla mediante vigilancia de la tensión y frecuencia de red, sincronizando su tensión alterna de salida con la tensión de la propia red.

Funcionamiento automático completo prácticamente sin pérdidas durante períodos de reposo.

Funciona como fuente de corriente, y es capaz en todo momento de extraer la máxima potencia que puede suministrar el generador fotovoltaico mediante un seguimiento automático del punto de máxima potencia del mismo para lo cual presentará un rango variable de potencia de entrada.

Protección contra variaciones de tensión y frecuencia con contactor para conexión a red.



Transformador de aislamiento galvánico.

Medidor de aislamiento CC.

Protección contra polaridad inversa.

En la tabla 5.4 se muestran las principales características físicas y eléctricas del SOLARMAX 100C.

Technical Specifications



	SolarMax 50C	SolarMax 80C	SolarMax 100C
DC Input			
Maximum PV Power STC installed*	66kW	105kW	130kW
Maximum Power Tracking Window	430...800V _{DC}		
Maximum Open Circuit Voltage	900 V _{DC}		
For Module Configuration UMPP(STC)-Window (For Module Configuration UMPP (STC)-Window with mono- and polycrystalline solar cells)	550...635V _{DC}		
Operating Current	0...120A _{DC}	0...180A _{DC}	0...225A _{DC}
Ripple Current	< 4% peak-peak		

AC Output			
Rated output	50kW	80kW	100kW
Maximum Power	55kW	88kW	110kW
Operating Grid Voltage	3 * 400 +10% / -15% V _{AC}		
Operating Current	0...77A _{AC}	0...122A _{AC}	0...153A _{AC}
Power Factor	> 0.98		
Frequency	50 +/- 0.5 Hz		
Harmonic Current Distortion	< 3%		

Systems	
Tare Losses	2..7 W
Maximum Efficiency	96%
European Efficiency	94.8%
Ambient Operating Temperature	- 20 °C ... 40°C
Protection Type	IP 20
Topology	PWM (IGBT) with Transformer
Humidity	0...98% non-condensing
CE-compliance	In compliance with EN 61000-6-2, EN 61000-6-4 EN 50178
Certificate	Certificate TÜV Rheinland: "TYPE APPROVED"
Display	Two-Line, 16 Character LCD (Backlighting)
Data Communications	Integrated RS232/485 Interface
Dimensions (WxDxH)	120 x 80 x 130 cm
Weight	735 kg 805 kg 935 kg

Tabla 5.4 Especificaciones de trabajo del SolarMax 100C.

Y en la figura 5.5 podemos ver el aspecto exterior del mismo.





Figura 5.5. SolarMax 100C.

Sus características principales, que utilizaremos para el dimensionado del campo se muestran en la tabla 5.6

INVERSOR		
Potencia nominal CC	PFV	100.000,00
Potencia máxima CC	PFV_{max}	130.000,00
Límite inferior tensión CC	UFV_{inf}	430,00
Límite superior tensión CC	UFV_{sup}	800,00
Máxima tensión CC admisible	$U_{cc_{max}}$	900,00
Intensidad nominal CC	$I_{cc_{nom}}$	225,00
Intensidad máxima CC	$I_{cc_{max}}$	225,00

Tabla 5.6 Características del SolarMax 100C.



El inversor incorpora un Cuadro de Corriente Continua compuesto de 1 sección, con doble entrada, cuyo esquema de bloques puede verse en la figura 5.7

7.4 Schematic circuit diagram SolarMax 50C/80C/100C

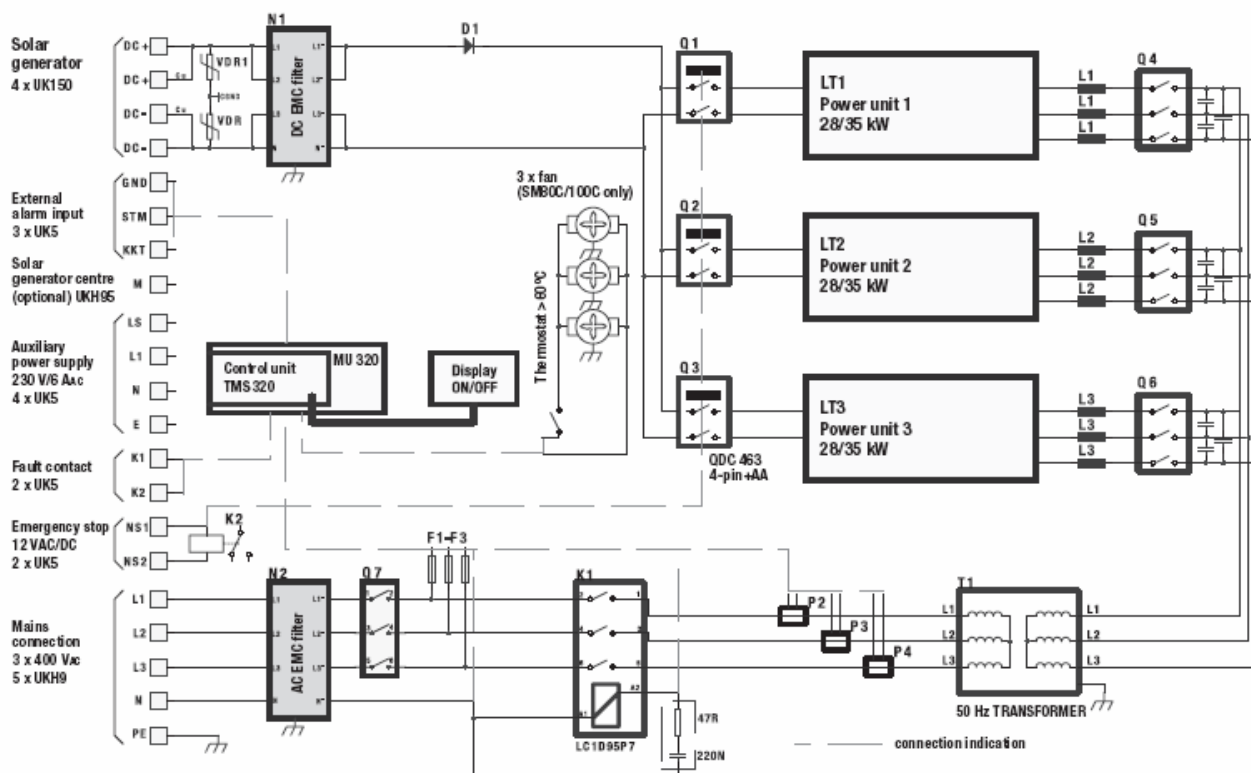


Figura 5.7 Esquema de bloques del SolarMax 100C.

5.8. Cálculos eléctricos

5.8.1. Dimensionado del generador fotovoltaico

Empezaremos por dimensionar el número de paneles y su conexionado, en serie y en paralelo, para obtener el generador fotovoltaico con la potencia aproximada que nos interesa, en nuestro caso alrededor de 110 KW que es a su vez la que nos permite el inversor seleccionado.

Partimos de las características generales del panel IBC-225 TE que reproducimos de nuevo en la tabla 5.8.



VALORES DEL PANEL A 25 °C			CONSTANTES DE TEMPERATURA	
Tensión a max. potencia	U_{mpp}	30,30	Tk (U_{oc})	-127 mV/°K
Intensidad a máx. potencia	I_{mpp}	7,44	Tk (I_{sc})	0,243 mA/°K
Tensión circuito abierto	U_{oc}	36,70	Tk (P)	-0,4 %/°K
Intendidad corto circuito	I_{sc}	8,13	EFICIENCIA	
Potencia nominal	P	225,00	+/- 2,5%	

Tabla 5.8 Características del panel IBC-225 TE.

Es importante aclarar la forma en que el fabricante de paneles obtiene estos valores que son los que luego constan en la hoja de garantía del panel. Una vez fabricado el panel, éste se somete, durante unas décimas de segundo, a un flash de luz blanca de exactamente 1000 W/m^2 , perpendicular al panel, y a una temperatura de 25°C . Los valores arriba mostrados son los obtenidos con esta prueba. Difícilmente se darán estas condiciones de potencia de la radiación solar y a esa temperatura. En días de atmósfera extremadamente limpia podrían llegarse a valores próximos a esa potencia, pero esos días solo se pueden dar durante el invierno, principalmente en Diciembre y Enero, donde la temperatura no sería de 25°C y difícilmente estaríamos con una inclinación de panel perpendicular a los rayos solares.

Examinemos ahora las constantes de temperatura. Estas constantes nos indican las variaciones de la tensión en circuito abierto (U_{oc}), de la intensidad en corto circuito (I_{sc}) y de la potencia (P) que experimenta el panel en función de su temperatura. Sin estas constantes no es posible dimensionar el generador correctamente. Con estas constantes ya podemos saber como variarán las características del panel en función de su temperatura, aplicando las siguientes fórmulas [2]:

$$U_{Treal} = U_{25^\circ} - \frac{T_{K(U_{oc})} \cdot (T_f - T_i)}{1000} \quad (\text{ec.1})$$

$$I_{Treal} = I_{25^\circ} - \frac{T_{K(I_{sc})} \cdot (T_f - T_i)}{1000} \quad (\text{ec.2})$$

$$P_{Treal} = P_{25^\circ} - \left[1 - \frac{T_{K(P)} \cdot (T_f - T_i)}{100} \right] \quad (\text{ec.3})$$

las constantes de temperatura se dan para circuito abierto y para cortocircuito, pues son los valores críticos con los que se realizan los cálculos. Sin embargo también son válidas y se pueden aplicar para el funcionamiento en máxima potencia, U_{mpp} e I_{mpp} .



En nuestras latitudes la temperatura del panel en los casos mas desfavorables podrá oscilar entre los $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ en invierno y los $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ en verano. Tomando estas temperaturas extremas y aplicando las fórmulas anteriores podemos calcular las características del panel para las situaciones extremas de temperatura consideradas. Mostramos los resultados en la tabla 5.9.

VALORES LIMITES A:		-10 $^{\circ}\text{C}$	+70 $^{\circ}\text{C}$	NOMINAL 25 $^{\circ}\text{C}$
Tensión a max .potencia	U_{mpp}	34,75	24,59	30,30
Intensidad a máx. potencia	I_{mpp}	7,43	7,45	7,44
Tensión circuito abierto	U_{oc}	41,15	30,99	36,70
Intensidad corto circuito	I_{sc}	8,12	8,14	8,13
Potencia nominal	P	256,50	184,50	225,00

Tabla 5.9 Valores límites en función de la temperatura.

vemos que existe una gran diferencia entre los valores característicos del panel a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ y sus valores trabajando en condiciones extremas de temperatura.

Antes de aplicar los criterios que hemos de seguir para dimensionar el generador fotovoltaico, debemos recordar cuales son las características del inversor escogido, que reproducimos en la tabla 5.10.

INVERSOR		
Potencia nominal CC	PFV	100.000,00
Potencia máxima CC	PFV_{max}	130.000,00
Límite inferior tensión CC	UFV_{inf}	430,00
Límite superior tensión CC	UFV_{sup}	800,00
Máxima tensión CC admisible	$U_{cc_{max}}$	900,00
Intensidad nominal CC	$I_{cc_{nom}}$	225,00
Intensidad máxima CC	$I_{cc_{max}}$	225,00

Tabla 5.10 Características del inversor.

- El inversor trabaja entre unos valores de tensión de entrada mínimo y máximo.
- Debemos acercarnos lo más posible al valor máximo de tensión para obtener el mayor rendimiento del inversor.
- Colocaremos paneles en serie para llegar a la tensión de entrada máxima que nos permita el inversor. Para saber el número máximo de paneles que hemos de poner dividiremos esa



tensión máxima del inversor por la tensión que da un panel en circuito abierto a la temperatura de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- Debemos alejarnos del valor mínimo de tensión de entrada del inversor.

- Para saber el número mínimo de paneles en serie que hay que poner, dividiremos la tensión mínima de entrada al inversor por la tensión en máxima potencia a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Resumimos los cálculos realizados con el criterio anterior en la tabla 5.11.

Cadena de módulos en serie		
n° máximo de módulos MPP	$UFV_{sup}/U_{mpp}(-10)$	23,02
n° mínimo de módulos MPP	$UFV_{inf}/U_{mpp}(+70)$	17,49
n° entero mínimo		18
n° real máximo	$U_{cc_{max}}/U_{oc}(-10)$	21,87
n° entero máximo		21

Tabla 5.11. Número de módulos en serie.

Escogeremos cadenas de 21 módulos que es el que nos acerca al valor de máxima tensión de entrada del inversor y por último calcularemos el número de cadenas en paralelo que, para esta longitud de cadenas, podemos poner para acercarnos lo más posible al valor máximo admisible del inversor, para lo cual dividiremos esa potencia por la potencia nominal del panel. Sin embargo aquí deberemos tener en cuenta si es posible poner tal número de cadenas de forma coherente en las estructuras y que además nos permita un cableado lo más sencillo y económico posible. Escogemos 24 cadenas que como veremos posteriormente nos permitirá poner los módulos de forma óptima. Lo vemos resumido en la tabla 5.12.

Cadenas en paralelo		Instalación Final
Potencia máxima del inversor	130000	113.400,00
Potencia panel	225,00	225,00
Nº de paneles	577,78	504,00
Nº de paneles reales	577,00	504,00
Nº de cadenas en paralelo	27,48	24,00
Nº de cadenas posibles	27,00	24,00

Tabla 5.12. Número de cadenas en paralelo.

Cada inversor, por tanto, soporta 24 cadenas de 21 paneles, en serie, cada una.



5.8.2. Cálculo de pérdidas en la instalación eléctrica.

Las pérdidas en la instalación eléctrica vendrán dadas, principalmente, por las caídas de tensión en el cableado de corriente continua y en el cableado de corriente alterna, así como por la eficiencia final del inversor. Los cables serán de cobre trenzado y sabemos que la resistencia de un conductor viene dada por [3]:

$$R = \frac{L}{\sigma \cdot S} \quad (\text{ec.4})$$

$$R = \frac{U}{I} \quad (\text{ec.5})$$

siendo:

R = Resistencia en ohmios

σ = Conductividad en $(\text{Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m})^{-1} = 56$ para el cobre

L = Longitud en metros

S= Sección del conductor en mm^2

I = Intensidad en el conductor

U = Caída de tensión

Igualando las dos ecuaciones (4) y (5) y despejando la sección del cable

$$S = \frac{L \cdot I}{56 \cdot U} \quad (\text{ec.6})$$

y teniendo en cuenta que son dos cables (el positivo y el negativo) por cadena de módulos

$$S = 2 \cdot \frac{L \cdot I_{mpp}}{56 \cdot U} \quad (\text{ec.7})$$

fórmula que nos permitirá calcular la sección del cable en función de la longitud del cable, la intensidad y la caída de tensión máxima permitida.

En la figura 7.2 teníamos las dimensiones de los paneles solares y de sus cables de conexión. Los paneles llevan en su parte posterior una caja de conexiones con 2 cables de 4 mm^2 con enchufe rápido macho y hembra, según sea el negativo ó el positivo, que permite



conectar los módulos en serie de forma sencilla. Estos cables tienen una longitud de 1,1 m, y para cada unión se necesitan 2 cables ó sea 2,2 m. Puesto que la cadena de módulos estará formada por 21 paneles tenemos 46 m de cable de unión, despejando en la ecuación (7) la caída de tensión nos da:

$$S = 2 \cdot \frac{L \cdot I_{mpp}}{56 \cdot U} \Rightarrow U = 2 \cdot \frac{L \cdot I_{mpp}}{56 \cdot S} \Rightarrow U = 2 \cdot \frac{46 \cdot 7,44}{56 \cdot 4} = 3,06V$$

considerando régimen nominal a máxima potencia (I_{mpp} y U_{mpp}).

En las cajas de distribución se unen los cables de las 6 cadenas de la derecha y los de las 6 cadenas de la izquierda, y desde estas cajas salen 2 cables de sección 50 mm² hasta el inversor, con longitud media de 50 m, lo que nos da despejando la caída de tensión de la ecuación (7):

$$S = 2 \cdot \frac{L \cdot I_{mpp}}{56 \cdot U} \Rightarrow U = 2 \cdot \frac{L \cdot I_{mpp}}{56 \cdot S} \Rightarrow U = 2 \cdot \frac{50 \cdot 89,28}{56 \cdot 50} = 3,19V$$

la caída de tensión total en el cableado de corriente continua será:

$$U = 3,06 + 3,19 = 6,25V$$

Dado que la tensión de la cadena de 21 módulos en serie es de $21 \cdot U_{mpp} = 636,3 V$ la pérdida de potencia debido al cableado representa el 0,98% por cableado hasta los inversores, que es menor al 1,5% exigido en el pliego de condiciones del IDAE [23] para pérdidas por cableado en el lado de corriente continua

$$P_f = P_i \cdot (1 - 0,0098) = 112286W$$

Usaremos el mismo criterio para encontrar las pérdidas en el cableado de corriente alterna, que es el que va desde los inversores hasta el cuarto de contadores y centro de transformación de la compañía eléctrica. En éste caso tendremos en cuenta que la máxima intensidad, I_{max} , de salida de los inversores es de 153 A. y que se trata de un sistema trifásico. Usaremos cables de sección 90 mm² y aplicando la fórmula:

$$S = \sqrt{3} \cdot \frac{L \cdot I_{max}}{56 \cdot U} \Rightarrow U = \sqrt{3} \cdot \frac{L \cdot I_{max}}{56 \cdot S} \Rightarrow U = \sqrt{3} \cdot \frac{120 \cdot 153}{56 \cdot 90} = 6,31V$$

que representa una pérdida del 1,58% inferior al 2% exigido por el pliego de condiciones del IDAE [23].



Las pérdidas en los elementos de unión, diodos, fusibles, etc. son muy pequeñas y las despreciamos.

El rendimiento del inversor viene especificado en su hoja de características y por lo tanto tomaremos ese valor como válido a la hora de asignar el porcentaje de pérdidas. En nuestro caso el rendimiento es del 94,8% y por tanto asignaremos unas pérdidas debidas al inversor del 5,2%.

Resumiendo tenemos que las pérdidas por conexionado eléctrico, elementos de protección e inversores de frecuencia son la suma de las halladas anteriormente:

Pérdidas conexionado entre módulos hasta el inversor	0,98%
Pérdidas en el rendimiento del inversor	5,00%
Pérdidas conexionado desde el inversor al transformador	1,58%
Total pérdidas eléctricas	7,56%

5.9. Producción anual esperada

Aparte de las pérdidas eléctricas calculadas en el apartado anterior, existen otros motivos por los cuales decrece el rendimiento de un sistema fotovoltaico, y los podemos enumerar de la siguiente manera:

Rango de potencia del módulo fotovoltaico.

Efecto de la temperatura.

Pérdidas por suciedad.

Pérdidas por inclinación y acimut.

Pérdidas por sombras.

Degradación fotónica.

Pérdidas eléctricas.

5.9.1. Rango de potencia del módulo fotovoltaico.

La potencia de todos los módulos no es exactamente la misma y por lo tanto no lo es su intensidad ni su tensión de máxima potencia. Esto trae consigo que al ponerlos en serie



se produzca una pérdida de potencia, en concreto, la intensidad de paso de una cadena en serie de paneles será la menor de todos los paneles que componen la serie. Para minimizar este efecto los módulos se clasifican por su intensidad, lo cual viene indicado con una letra grabada en un adhesivo adherido al marco del panel, de manera que se pueda escoger los paneles similares a la hora de armar las series durante la instalación. Como el fabricante de nuestros paneles garantiza que su potencia esta siempre dentro de un rango de +/- 2,5% y teniendo en cuenta la clasificación descrita anteriormente, estimaremos las posibles pérdidas por dispersión de potencia en un 1%.

5.9.2. Efecto de la temperatura.

La temperatura de los paneles solares afecta principalmente a los valores del voltaje, en concreto el de circuito abierto, aunque también modifica el del punto de máxima potencia. Utilizaremos la fórmula propuesta por el pliego de condiciones del IDAE [23] para calcular la temperatura de los paneles en función de la temperatura ambiente:

$$T_c = T_{amb} + I_{inc} \cdot (TONC - 20) / 800 \quad (\text{ec. 8})$$

siendo:

$T_c (^{\circ}C)$: Temperatura real de trabajo de la célula.

$T_{amb} (^{\circ}C)$: Temperatura ambiente.

$I_{inc} (W / m^2)$: Irradiancia

$TONC (^{\circ}C)$: Temperatura de Operación Normal de la Célula, que es una constante dada por el fabricante, en nuestro caso 45 °C, cuando se somete a la célula a una irradiancia de 800 W / m^2 , a una temperatura ambiente de 20 °C y una velocidad del viento de 1 m/s.

Para calcular la pérdida por temperatura del panel escogemos la temperatura al mediodía de un día medio de cada mes, según los datos del Instituto Nacional de Meteorología, calculamos la temperatura del panel utilizando la ecuación 8 y en las características del panel mostradas en la tabla 7.8 tenemos que la pérdida de potencia en función de la temperatura del panel, por encima ó por debajo de los 25 °C, es $Tk(P) = -0,4\% / ^{\circ}K$. En la tabla 5.13 vemos los resultados.



Mes	Tª media a las 12:00	Irradiancia a las 12:00	Tª célula a las 12:00	Potencia a 25 °C	Perdida Pot. (0,4%/°C)
Enero	10,8	482	27,1	225	0,8%
Febrero	12,1	524	29,8	225	1,9%
Marzo	14,9	662	37,2	225	4,9%
Abril	16,6	658	38,8	225	5,5%
Mayo	20,2	675	43,0	225	7,2%
Junio	24,2	726	48,7	225	9,5%
Julio	26,6	776	52,8	225	11,1%
Agosto	27,1	757	52,6	225	11,1%
Septiembre	23,1	710	47,1	225	8,8%
Octubre	19,7	591	39,6	225	5,9%
Noviembre	14,4	470	30,3	225	2,1%
Diciembre	11,3	443	26,3	225	0,5%

Tabla 5.13 Pérdidas por temperatura de célula.

lo que nos da una pérdida media del 5,8 % debido a temperatura del panel.

5.9.3. Pérdidas por suciedad sobre los módulos

Se acepta que en condiciones normales de mantenimiento, las pérdidas por suciedad sobre los paneles no tienen por que superar el 1%. Este será el valor que tomaremos.

5.9.4. Pérdidas por inclinación y acimut

Dado que hemos orientado los paneles al sur y su inclinación es la óptima, las pérdidas por estos dos conceptos serán del 0%.

5.9.5. Pérdidas por sombras.

Las sombras en la instalación del campo serán las que una estructura de paneles hace a la estructura que se encuentra inmediatamente detrás de ella. Un paso previo antes de evaluar las sombras es determinar cual debe de ser la distancia que debe existir entre una estructura y la posterior a ella. Dicha distancia la evaluaremos siguiendo las instrucciones del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE [23], el cual nos indica que la distancia d , medida sobre la horizontal, entre un obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación fotovoltaica, será tal que garantizará un mínimo de 4 horas de sol, libre de sombras, en torno al mediodía, en el día más desfavorable del año que es el del solsticio de invierno, ó sea, el 21 de Diciembre. Para evaluar esta distancia propone la ecuación 9:

$$d \geq h / \tan(61^\circ - \text{latitud}) \quad (\text{ec.9})$$

y en el gráfico 5.14 podemos ver cual es la situación en nuestro caso en concreto



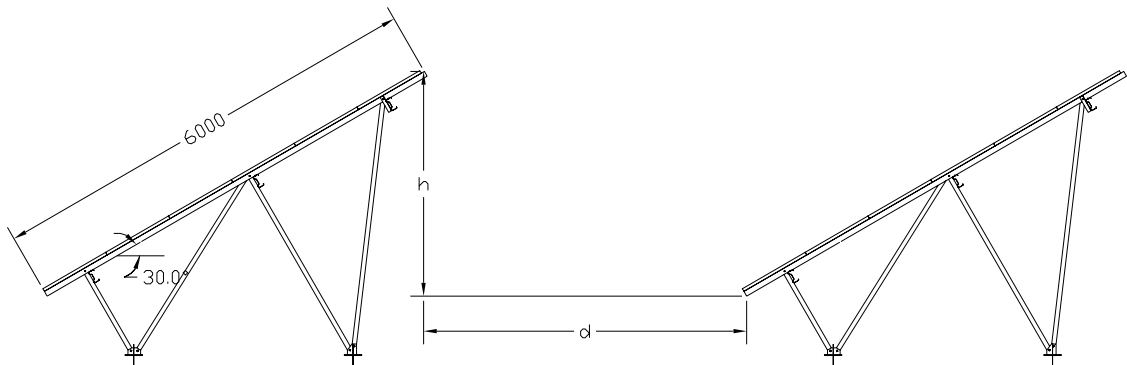


Gráfico 5.14 Separación entre estructuras.

siendo:

Latitud : 42° 15' N

$$h = 6000 \cdot \sin 30^\circ = 3000$$

$$d = 3000 / \tan(61^\circ - 42,25) = 8838 \text{ mm}$$

A partir de aquí podemos ya calcular cuales son las pérdidas por sombreado, para lo cual usaremos el método propuesto en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE [23], que consiste en comparar el perfil del obstáculo que afecta a nuestra superficie con el diagrama de las trayectorias del sol a lo largo de todo el año. Este diagrama esta representado en la figura 5.15. La banda formada por las trayectorias del sol está dividida en porciones, delimitadas por las horas solares (negativas antes del mediodía solar y positivas después de éste) e identificadas por una letra y un número. Cada una de estas porciones tiene una contribución a la irradiación solar global anual que incide sobre una superficie. Así, si un obstáculo cubre una de estas porciones, se perderá la irradiación correspondiente a esa porción cubierta. La irradiación de cada una de estas porciones esta tabulada para cada latitud y para distintos ángulos de inclinación y orientación del panel solar. Este método se encuentra automatizado en el programa CENSOL 5 del centro de estudios CENSOLAR [28]. Editando el perfil del obstáculo sobre el diagrama de recorridos del sol, dándole la latitud y la inclinación de los paneles, el programa nos calcula las pérdidas por sombreado. En el Anexo A están las hojas de cálculo de los casos considerados.



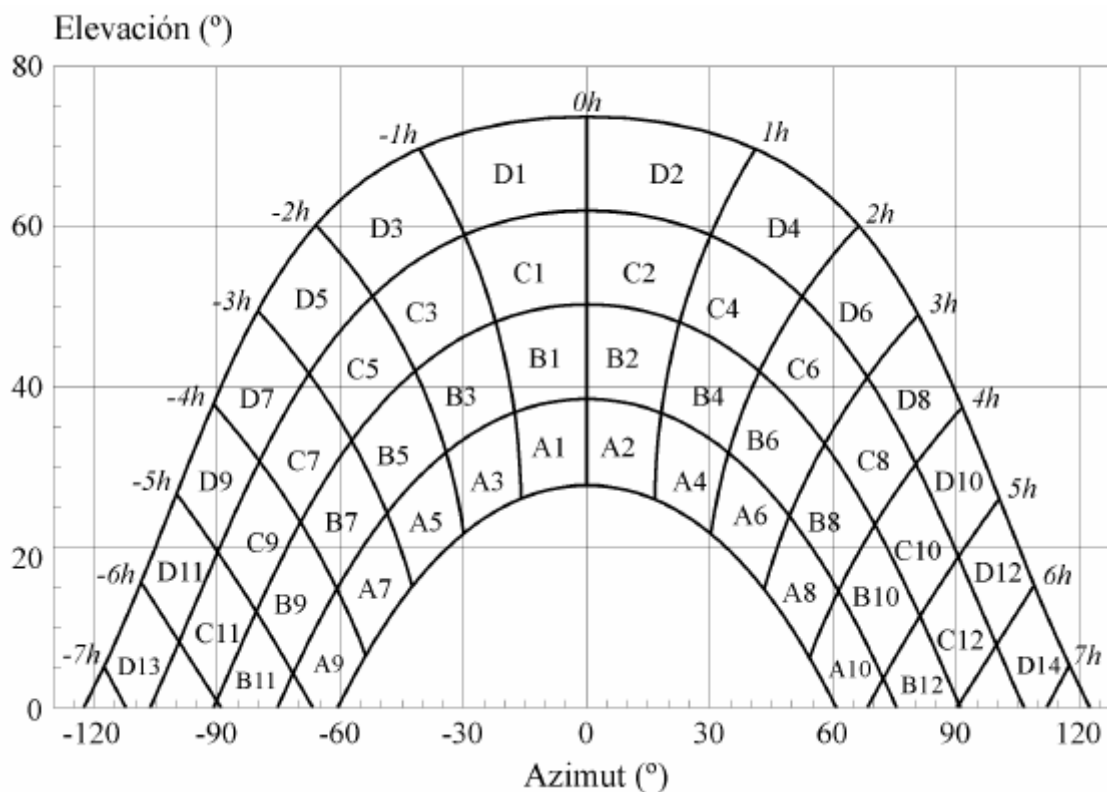


Figura 5.15 Diagrama de recorridos del sol.

El perfil del obstáculo, en este caso es la estructura de paneles anterior a la considerada, se dibuja en términos de sus coordenadas de posición azimut (ángulo de desviación con respecto a la dirección Sur) y elevación (ángulo de inclinación con respecto al obstáculo). Es evidente que cada panel fotovoltaico verá la estructura que se encuentra delante de él con unas coordenadas de azimut y altura diferentes. Simplificaremos el cálculo considerando el caso más desfavorable y donde se producen mayores pérdidas por sombreado que es en los paneles que ven el obstáculo más grande, y estos son los seis paneles en fila que se encuentran en el medio de la estructura. En el plano D08, "Azimut y Alturas", encontramos estos valores de las coordenadas medidas desde el punto medio de cada panel, siendo el panel 1 el que se encuentra en la fila más baja y el 6 el de la fila más alta. En la tabla 5.16 resumimos los valores de las coordenadas y de las pérdidas por sombreado para cada fila de paneles.



Panel	Azimut del obstáculo (grados)	Altura del obstáculo (grados)	Pérdidas por Sombreado	Potencia nominal del panel(W)	Potencia obtenida (W)
1	-77.5°, +77.5°	18,3°	7%	225,0	209
2	-77.5°, +77.5°	13,7°	4%	225,0	216
3	-77.5°, +77.5°	9,8°	2%	225,0	221
4	-77.5°, +77.5°	6,5°	1%	225,0	223
5	-77.5°, +77.5°	3,6°	0%	225,0	225
6	-77.5°, +77.5°	1,1°	0%	225,0	225
TOTAL POTENCIA COLUMNA DE 6 PANELES				1350	1319
RENDIMIENTO CONSIDERANDO LAS SOMBRAS					97,7%
PERDIDA POTENCIA POR SOMBREADO					2,3%

Tabla 5.16 Pérdida de potencia por sombreado.

5.9.6. Pérdidas por degradación fotónica

Estas pérdidas se deben a un proceso natural de degradación de todas las células de silicio cristalino y se produce al exponer al sol por primera vez el panel fotovoltaico, y se admite como valor el del 1%.

5.9.7. Pérdidas Eléctricas.

Las pérdidas eléctricas son las calculadas en el apartado 7.8.2 y ascienden al 7,56%.

5.9.8. Resumen de pérdidas y producción anual esperada.

En la tabla 5.17 tenemos un resumen de todas las pérdidas consideradas.

Mes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	PT	PR
Enero	1,0%	0,8%	1,0%	0,0%	2,3%	1,0%	7,6%	13,7%	86,3%
Febrero	1,0%	1,9%	1,0%	0,0%	2,3%	1,0%	7,6%	14,8%	85,2%
Marzo	1,0%	4,9%	1,0%	0,0%	2,3%	1,0%	7,6%	17,8%	82,2%
Abril	1,0%	5,5%	1,0%	0,0%	2,3%	1,0%	7,6%	18,4%	81,6%
Mayo	1,0%	7,2%	1,0%	0,0%	2,3%	1,0%	7,6%	20,1%	79,9%
Junio	1,0%	9,5%	1,0%	0,0%	2,3%	1,0%	7,6%	22,3%	77,7%
Julio	1,0%	11,1%	1,0%	0,0%	2,3%	1,0%	7,6%	24,0%	76,0%
Agosto	1,0%	11,1%	1,0%	0,0%	2,3%	1,0%	7,6%	23,9%	76,1%
Septiembre	1,0%	8,8%	1,0%	0,0%	2,3%	1,0%	7,6%	21,7%	78,3%
Octubre	1,0%	5,9%	1,0%	0,0%	2,3%	1,0%	7,6%	18,7%	81,3%
Noviembre	1,0%	2,1%	1,0%	0,0%	2,3%	1,0%	7,6%	15,0%	85,0%
Diciembre	1,0%	0,5%	1,0%	0,0%	2,3%	1,0%	7,6%	13,4%	86,6%

Tabla 5.17 Resumen de pérdidas.



siendo:

- P1 : Pérdida por dispersión de potencia.
- P2 : Pérdida por temperatura de célula.
- P3 : Pérdida por suciedad sobre los módulos
- P4 : Pérdida por inclinación y azimut.
- P5 : Pérdida por sombras.
- P6 : Pérdida por degradación fotónica.
- P7 : Pérdidas eléctricas
- PT : Suma de todas las pérdidas
- PR : “Performance Ratio” ó rendimiento energético de la instalación.

Para calcular la producción esperada utilizaremos la ecuación 10, que es la propuesta por el IDAE [23] en su Pliego de Condiciones Técnicas:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR}{G_{CEM}} (kWh / día) \quad (ec.10)$$

donde:

- E_p : Energía inyectada a la red ($kWh / día$)
- $G_{dm}(\alpha, \beta)$: Valor medio anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador ($kWh / m^2 \cdot día$), siendo α el azimut de la instalación, en nuestro caso al estar orientado al sur es 0° , y β la inclinación de los paneles que en nuestro caso es de 30° .
- P_{mp} : Potencia del generador fotovoltaico (kW)
- PR : Performance Ratio
- G_{CEM} : Constante de irradiación que tiene valor $1 (kW / m^2)$



En la tabla 5.18 tenemos los valores obtenidos de irradiación en superficie plana e irradiación en superficie inclinada a 30° y con azimut 0° . Estos datos provienen de la Web de la Comisión Europea, PVGIS Solar Irradiation Data [26], en donde entrando con la latitud y longitud del lugar, obtenemos datos estadísticos de irradiación con cielo real. Aplicando la ecuación ec.10 obtenemos los valores de la energía inyectada a la red por día en cada mes, el promedio diario y el total anual. Este dato es el que utilizaremos para los cálculos financieros.

Mes	$G_{dm}(0)$	$G_{dm}(\alpha, \beta)$	P_{mp}	PR	E_p
Enero	1,83	3,17	113,40	0,863	310,28
Febrero	2,48	3,65	113,40	0,852	352,76
Marzo	3,91	4,97	113,40	0,822	463,80
Abril	4,82	5,22	113,40	0,816	482,95
Mayo	5,75	5,60	113,40	0,799	507,79
Junio	6,54	6,06	113,40	0,777	533,85
Julio	6,71	6,36	113,40	0,760	548,65
Agosto	5,79	6,04	113,40	0,761	521,19
Septiembre	4,43	5,36	113,40	0,783	475,84
Octubre	3,01	4,23	113,40	0,813	389,52
Noviembre	1,93	3,13	113,40	0,850	302,21
Diciembre	1,58	2,88	113,40	0,866	283,15
PROMEDIO DIA MEDIO					431,0
TOTAL ANUAL					157314,6

Tabla 5.18. Energía esperada.

5.10. Conexión a la red eléctrica

La instalación debe cumplir con todas las consideraciones técnicas expuestas en el Real Decreto 1663/2000 [7], Capítulo III, y en el apartado 4.3.3 de la ITC-BT-40 [12] del reglamento electrónico de baja tensión:

- Interruptor general manual magneto térmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. Este interruptor será accesible en todo momento a la empresa distribuidora, con objeto de que ésta pueda realizar la desconexión manual.
- Interruptor automático diferencial.



- Interruptor automático de interconexión controlado por software, controlador permanente de aislamiento, aislamiento galvánico y protección frente al funcionamiento en isla. En nuestro caso todas estas funciones están integradas en los inversores SolarMax 100C.
- Puesta a tierra de la instalación sin alterar las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora.
- Aislamiento clase I en los módulos y clase II en cableado, cajas de conexión, etc.

5.10.1. Cuadros eléctricos.

Se instalarán tres cuadros eléctricos que albergarán los elementos de protección y medida que se describen en el R.D. 1663/2000 [7], con las siguientes denominaciones:

- Cuadro de inversores.
- Cuadro de seccionamiento y protección.
- Cuadro de medidas.

Cuadros de inversores.

Se instalarán 5 cuadros para albergar los 5 inversores de 100kW. En nuestro caso los cuadros de inversores serán los propios inversores con sus envolventes, tal y como se describen en el capítulo 7.7 y cada uno incluye los siguientes elementos:

- Convertidor DC/DC
- Inversor DC/AC
- Sistema de control, que incluirá las protecciones de mínima y máxima tensión y frecuencia, además del sistema de conmutación por rearme automático.
- Panel de control.
- Sistema de comunicación remoto.
- Interruptor magneto térmico tetrapolar de 160 A del lado de alterna.
- Interruptor magneto térmico bipolar de 260 A del lado de continua.
- Descargadores de tensión del lado de alterna y de continua.

Las características de las envolventes serán las siguientes:



- Ancho : 1200 mm.
- Fondo : 1300 mm.
- Fondo : 800 mm.
- Peso : 935 kg.
- Grado de protección : IP-20

Se instalarán en una caseta para protegerlos de la intemperie.

Cuadro de seccionamiento y protección.

Se instalará en el edificio de control un cuadro metálico de fijación mural, con puerta transparente, de dimensiones 800 x 800 x 310 mm., que albergará los siguientes elementos:

- Bornas para cinco entradas trifásicas y una salida monofásica.
- Embarrado para la conexión en paralelo de los cinco inversores.
- Cinco interruptores automáticos con protección magneto térmica y diferencial, en caja moldeada, de 160 A de intensidad nominal y 30 mA de sensibilidad.

Cuadro de medida.

Se instalarán 5 cajas de protección y medida tipo CPM2- D 4/4, apta para contador trifásico, y estará formada por:

- Envoltente y su puerta en material poliéster con fibra de vidrio.
- Grado de protección IP-43
- Resistencia a impactos mecánicos IK-09
- Color gris.
- Dimensiones 700 x 520 x 230 mm.
- Cerradura triangular.

Cada caja contendrá los siguientes elementos:

- Bornes



- Seccionador con fusibles para corte omnipolar de 160 A.
- Borne de puesta a tierra del neutro.
- 1 Contador trifásico bidireccional de la marca Actaris, modelo SL 7000, ó similar, que se ajustará a la normativa metrológica vigente y con precisión como mínimo de la clase 2, regulada por el R.D. 889/2006 [27].
- Cableado interior.

Deberá cumplir con las normas exigidas por la compañía distribuidora que opera en el lugar.

5.10.2. Protección contra contactos directos.

Tanto en el lado de continua como en el de alterna no debe haber acceso directo a las conexiones, por tanto deberán existir las siguientes protecciones:

- En los módulos fotovoltaicos las bornas de conexión están atornilladas y llevan enchufes rápidos para la conexión de cables.
- Cajas de conexión del campo de paneles con bornas interiores, tapa atornillada y prensaestopas para la entrada de cables a la caja.
- Las bornas de conexión de los inversores será interior y con tapa de acceso a ella atornillada y entrada de cables a través de prensaestopas.

Siempre deberán utilizarse cables de doble aislamiento según norma UNE 21.123

5.10.3. Protección contra cortocircuitos.

Lado de corriente continua.

Cada inversor llevará en la entrada un magneto térmico de corriente nominal 260 A.

Lado de corriente alterna.

Cada inversor llevará a la salida un interruptor magneto térmico de corriente nominal 160 A. Aparte de las protecciones diferenciales especificadas en el apartado del armario de protección.

5.10.4. Separación galvánica.

Los inversores vienen provistos de un transformador toroidal, norma UNE 60742, de aislamiento galvánico, que garantiza la separación de la central con la red eléctrica.



5.10.5. Toma de Tierra.

La toma de tierra debe realizarse según lo dispuesto en el R.D. 1663/2000 [7] (artículo 12) y las ITC-BT-18 e ITC-BT-40, así como la MIE-RAT-13.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de continua como de alterna, estarán conectadas a una única tierra de protección.

Todas las partes metálicas de la instalación que no correspondan a los circuitos de corriente de trabajo, también irán conectadas a tierra.

5.10.6. Armónicos y compatibilidad electromagnética.

La instalación debe de cumplir con lo dispuesto en el R.D. 1663/2000 [7] y la ITC-BT-40 [12] del reglamento de baja tensión, sobre armónicos y compatibilidad electromagnética.

La tensión generada tiene que ser senoidal, con una tasa máxima de armónicos de:

- Armónicos de orden par : $4/n$
- Armónicos de orden 3 : 5
- Armónicos de orden impar (≥ 5) : $25/n$

5.10.7. Variaciones de tensión y frecuencia en la red.

El inversor realiza de forma automática la desconexión y conexión de la instalación en caso de pérdida de tensión ó frecuencia de la red, mediante un programa de software que se ajusta a los valores establecidos en el R.D. 1663/2000 [7] y la ITC-BT-40.[12]

Mínima y máxima tensión.

El inversor se desconectará automáticamente de la red si los valores de tensión están fuera de los parámetros aceptables, en concreto:

- De mínima tensión a partir de que la tensión baje del 85% del valor aceptado. Deberá actuar en un tiempo inferior a 0,5 segundos.
- De sobretensión, cuya desconexión también deberá producirse en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110% del valor aceptado.

El inversor se conectará automáticamente cuando los valores se restablezcan.



Mínima y máxima frecuencia.

El inversor también se desconectará automáticamente de la red si los valores de frecuencia están fuera del rango de 50 Hz \pm 05 Hz, sí bien según el R.D. 1663/2000 [7] y la ITC-BT-40 [12] los parámetros aceptables están entre 49 y 51 Hz.

5.10.8. Interruptor general manual.

Se instalará un interruptor manual magneto térmico tetrapolar de 160 A de corriente nominal por cada uno de los cinco generadores eléctricos.

5.10.9. Protección contra el funcionamiento en modo de isla del inversor.

El funcionamiento en modo de isla es aquel en que el inversor sigue inyectando energía en la red aunque en ésta hayan caído sus valores de funcionamiento por debajo de lo establecido, por ejemplo por motivos de avería, de mantenimiento, etc. Este funcionamiento es peligroso por lo tanto el inversor verifica de forma permanente que la tensión de la red y su frecuencia se encuentran dentro de la ventana de parámetros permitidos, inyectando energía en la red sólo cuando se está dentro de esa ventana permitida y desconectándose automáticamente cuando no es así. El inversor se reconecta de forma automática cuando se restablecen los parámetros permitidos.

5.10.10. Contador.

El contador será bidireccional trifásico, de la marca Actaris modelo SL 7000 ó similar, cuyas características están reflejadas en la figura 5.19.



ACE SL7000

Contador-registrador según Reglamento de Puntos de Medida



► ACE SL7000 versión 762

El contador-registrador ACE SL7000 versión 762 da respuesta a las necesidades de medida derivadas de la desregulación del sector eléctrico español.

En su diseño se han seguido los requisitos establecidos por las normativas legales y los reglamentos que las desarrollan, para la medida en puntos frontera de consumidores cualificados tipos I, II, III y IV, teniendo en consideración las necesidades de las compañías eléctricas y de sus clientes.

El ACE SL7000 versión 762 integra en un solo equipo todas las funciones de medida, tarificación y registro requeridas para las aplicaciones a las que se dirige:

- Medida en clientes comerciales e industriales

El mismo modelo de contador es adecuado para la medida en consumidores a tarifa y cualificados.

- Medida en generación, transporte y distribución

La precisión y gran linealidad del contador aseguran la calidad de las medidas obtenidas.

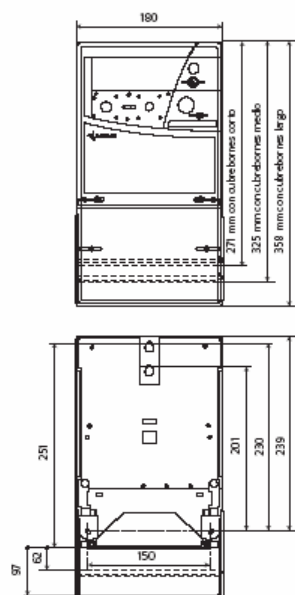
Versatilidad

Diseñado en versiones para medida en conexión directa y a transformadores. Está disponible en clases de precisión 0,2S, 0,5S y 1 para la energía activa. El ACE SL7000 versión 762 utiliza una arquitectura modular para ajustarse a cada necesidad. Además es autorango en tensión.

Valor añadido

El ACE SL7000 versión 762 es un contador electrónico de última generación que ofrece numerosas informaciones adicionales a los registros de facturación, diseñado para hacer frente a las condiciones ambientales más adversas.

Dimensiones



Autorización de uso

Autorización de uso e instalación de la Dirección General de Política Energética y Minas según Resolución de 17 de diciembre de 2002, publicada en el BOE de fecha 30 de enero de 2003.

Datos técnicos

Valores normales	Tensiones:	Autorango desde 3 x 57,7/100 V hasta 3 x 240/415 V
	Intensidades CD:	Ib/I _{max} 10(80) A y 5(120) A
	Intensidades CE:	I _n /I _{max} 1 (10) A para -5 A y -1 A
Tipos de conexión	Conexión directa:	Conexión de 4 hilos
	Conexión a transformadores:	Disponible en 3 y 4 hilos
Precisión	Conexión directa:	Clase 1 (CEI 62053-21)
	Conexión a transformadores:	Clase 0,2S y 0,5S (CEI 62053-22) y clase 1 (CEI 62053-21)
	Energía reactiva:	Clase mejor que 2 (CEI 62053-23)
Frecuencia	50 Hz	
Temperatura	Desde -40°C hasta +70°C	
Normas de referencia	Cumplimiento con las normas CEI 62052-11, CEI 62053-21, CEI 62053-22, CEI 62053-23 y marcado CE (metrologías, eléctricas, electromagnéticas, mecánicas, climáticas)	
Comunicaciones	Puerto óptico (CEI 61107) Puerto serie RS232C y/o RS485	

Accesorios

Figura 5.19. Características del Actaris SL7000.



5.11. Conexión a red.

5.11.1. Línea de conexión al centro de transformación.

Se trata de la línea de interconexión que unirá el cuadro de contadores de la instalación fotovoltaica y el punto de conexión a la red de la compañía eléctrica.

Según el apartado 5 de la ITC-BT-40 [12] del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, los cables de conexión deberán de estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la máxima intensidad del generador. En este caso los conductores se dimensionarán para el 125 % de 100 kW, es decir, 125 kW.

Se elegirán conductores unipolares de Cobre tipo RV-K 0,6/1 kV instalados directamente en galería registrable. Se corresponde con el tipo de instalación ref. 33, método de referencia B, de la norma UNE 20-460-94/5-523. tabla 52-B2. La longitud total de la línea será de 7 metros.

5.11.2. Centro de transformación para exportación de energía.

Será necesaria la instalación de un centro de transformación para la exportación de la energía a la red de la compañía distribuidora, ya que no existe punto de conexión en baja tensión disponible en la zona.

Según se indica en el Artículo 9 del Real Decreto 1663/2000 [7], en el caso en que sea preciso realizar la conexión en un centro de transformación, la capacidad de transformación instalada para ese nivel de tensión deberá ser como mínimo de 180 kW.

5.11.3. Local.

El Centro de Transformación será un Edificio Prefabricado de Hormigón marca PREPHOR, modelo EP-I T-4250, para un transformador, de 6.080 mm. de largo, 3.045 mm. de altura y 2.380 mm. de ancho.

Constará de dos zonas: zona de abonados y de transformador, habiendo una separación: entre cada uno de los recintos mediante una rejilla de protección, de tal forma que los accesos entre ellos estén limitados por prioridades.



5.11.4. Instalación eléctrica.

Se deberá construir siguiendo las instrucciones de la compañía eléctrica. A continuación se expone una posible distribución para el presente proyecto.

Celdas de media tensión.

- Celda de línea con aislamiento al Aire y corte en SF₆, de 375 mm de ancho, 1.670 mm. de alto y 900 mm. de fondo, tipo UNIFLUORC LS, de la marca VEr. equipada con Interruptor - Seccionador de maniobra aislado en SF₆, de 24 kV de tensión nominal, 400 A de intensidad nominal, 16 kA de intensidad de cortocircuito de corta duración, Seccionador de Puesta a tierra, indicador de presencia de tensión, enclavamiento de la puerta, embarrado y demás accesorios.

- Celda de línea con aislamiento al Aire y corte en SF₆ ó, de 375 mm de ancho, 1.670 mm. de alto y 900 mm. de fondo, tipo UNIFLUORC LS, de la marca VEI. Equipada con Interruptor - Seccionador III de maniobra combinado con fusibles limitados, aislado en SF₆, de 24 kV de tensión nominal. 400 A de intensidad nominal, 16 kA de intensidad de cortocircuito de corta duración, Seccionador de Puesta a tierra antes y después del fusible, indicador de presencia de tensión, enclavamiento de la puerta, embarrado, enclavamiento con llave de tierra y demás accesorios.

Transformador de potencia.

Será una máquina trifásica reductora de tensión, teniendo como tensión de entrada (lado de alta tensión) la de 15 kV siendo la tensión del secundario (lado de baja tensión) de 400 V entre fases y 230 V entre fase y tierra.

Será un transformador de potencia de media a baja tensión, marca JARA, aislamiento en baño de aceite, refrigeración natural, previsto para uso interior. Tiene las siguientes características:

Potencia	: 800 kV A
Tensión primaria	: 15/20 kV
Tensión secundaria	: 230/400 V
Regulación Conexión	: +- 2,5% +- 5%
Tensión de cortocircuito Grupo de conexión	: 4%.
Grupo de conexión	: Dyn 11



Accesorios:

Placa de características

Cáncamos de elevación y desencubado

Ruedas orientables

Terminales planos

Terminales de puesta a tierra

Válvula de seguridad a la sobre presión

Válvula de vaciado y toma de muestras

Materiales complementarios.

Como materiales complementarios al Centro de Transformación y que constituyen una parte importante del mismo, tenemos:

- Interconexión de Media Tensión entre la celda de protección del transformador y el transformador de potencia, formada por cable seco unipolar de aluminio designación RHZI 12/20 kV, 3xIx95 mm² Al.
- Sistema contra incendios, formado por un extintor (como mínimo) de eficacia 898 colocado, siempre que sea posible, en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

Materiales de seguridad.

- Una (1) banqueta aislante que permita proteger al personal durante las maniobras y revisiones que se realicen a las celdas de media tensión con un aislamiento de 24 kV.
- Un (1) par de guantes aislantes para la protección del personal durante la maniobra y un aislamiento de 24 kV.
- Cuatro (4) placas de peligro, no adhesivas, a instalar en transformador y accesos al local.
- Un (1) extintor de eficacia equivalente 89 B, tal y como se ha descrito en el apartado anterior



- Una (1) placa reglamentaria de primeros auxilios con instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse a los accidentados por contactos con elementos en tensión.

Cuadro de Baja Tensión.

Se instalará un módulo de acometida consistente en un cuadro de 4 salidas BTVC de 400 A según norma UNES A 6301 B, fusibles NH2. compuesto por las siguientes unidades funcionales:

- Control.
- Seccionamiento.
- Embarrado.
- Protección.

La envolvente será metálica, de material aislante, color Gris RAL, grado de protección IP2X, y de dimensiones 1690x580x290 mm.

Las características del cuadro se detallan en la norma GE FNZOO 1 del Grupo Endesa.

5.11.5. Distribución de los paneles.

En el plano D04 tenemos el esquema unifilar para uno de los cinco generadores fotovoltaicos, donde queda reflejada la distribución de paneles que componen dicho generador, las conexiones y protecciones hasta el centro de transformación.

5.12. Obra Civil.

Los edificios auxiliares de la central fotovoltaica se construirán con sistemas estructurales y materiales homogéneos con el resto del conjunto, de tal forma que se integren en el ambiente.

La obra civil necesaria para la instalación, puesta en marcha y posterior explotación de la central solar fotovoltaica, objeto del presente documento, se describe en los apartados que siguen.

Básicamente, está compuesta por:

- Viales de acceso.



- Cimentación de las estructuras soporte de los paneles.
- Zanjas y canales para conducciones eléctricas.
- Edificio de inversores y centro de transformación.
- Vallado perimetral.

5.12.1. Condiciones urbanísticas.

La condición urbanística por excelencia, en esta clase de proyectos, es minimizar las afecciones a los terrenos en los cuales se ubica dicha central solar fotovoltaica y tratar de acoplar en lo posible este dentro del entorno medioambiental, para respetar la flora, avifauna, etc. del lugar.

5.12.2. Viales y plataformas.

Con el fin de adecuar los viales de acceso a la maquinaria necesaria para la construcción del parque, se utilizará tierra compactada. Se seguirá el criterio de construir la menor longitud de viales posibles, con la intención de salvaguardar la mayor superficie posible de flora y arbolado.

Durante el periodo de montaje se habilitarán plataformas para el acopio de áridos y materiales, una caseta de obra con servicios y vestuarios, aparcamiento de vehículos, etc.

Todos los caminos contarán con las dimensiones y las condiciones de trazado necesarias para la circulación de los vehículos de montaje y mantenimiento de los paneles, con las siguientes características:

- Anchura mínima: 4 m
- Radio mínimo exterior: 18,20
- Radio mínimo interior: 9,90

- Capacidad portante del pavimento: La que resulte de la colocación de una capa de 20 cm. de zahorra artificial (compactada al 95% de la densidad obtenida mediante el ensayo de Proctor modificado) sobre una explanación de calidad E-2.

5.12.3. Cimentación de las estructuras soporte.

La cimentación de las estructuras soporte está calculada para soportar las hipótesis de cargas más desfavorables a las cuales estará expuesta.



Estas cargas provienen tanto del viento como del peso de los paneles y la propia estructura y son convenientemente ponderadas.

En función de las reacciones obtenidas en cada apoyo se dimensionará y comprobará cada una de las zapatas siendo de tipo rectangular aisladas.

Una vez analizados los diferentes tipos de terrenos sobre los cuales se asentarán dichas cimentaciones, se obtienen las tensiones y consecuentemente las ancladuras encargadas de absorber los esfuerzos.

Los materiales utilizados en esta serán acero corrugado B-500S y HA-25, y cumplirán ambos las especificaciones de la norma EA-95 y EHE respectivamente.

5.12.4. Edificio de inversores y centro de transformación

La situación del edificio de inversores viene reflejada en los planos, y obedece a los siguientes criterios:

- Funcionales: Desde dicha posición se realiza un control integro de la instalación, optimizando recorridos internos y longitud de cables conductores
- Visual: la integración de dicha construcción en el conjunto ambiental.

Tendrá una longitud de 9,5 m. y una anchura de 5,5 m., con una altura libre de 3 m., por lo que queda un volumen de 156,75 m³.

Análisis constructivo.

El edificio de inversores se realiza a base de bloque de hormigón autoportante rugoso tipo "Split", dotando a esta estructura de una rigidez capaz de absorber las acciones a las cuales está sometida.

La construcción de los muros de bloque, así como los materiales a aportar, se encargarán de transmitir los esfuerzos de la cubierta a la losa de cimentación cumpliendo lo prescrito en las normas EHE y NTE-CSL aplicables.

Cimentaciones.

La cimentación será realizada mediante una losa rectangular.

La losa se realizará con hormigón HA-25 y acero B-500S para las armaduras. El árido a utilizar en este hormigón será de tamaño máximo de 40 mm. Tanto las armaduras



como el dimensionamiento de las zapatas cumplirán lo dispuesto en la norma EHE y NTE-CSL aplicables. El espesor de la sola podrá variar según la resistencia del terreno que se debería confirmar con un estudio geotécnico de la parcela donde se ubica.

Todos los cimientos que van armados en vez de apoyar directamente sobre el suelo, se asentarán sobre una capa de 10 cm. de hormigón de limpieza.

Estructura y cubierta.

La estructura estará formada por muros de bloque de hormigón autoportante rugoso tipo "Split y los materiales a aportar serán HA-25 y acero B-500S que descansarán sobre la losa de hormigón armado.

La cubierta que será plana no transitable descansará sobre un forjado de viguetas de hormigón pretensadas de 25+4 cm. de espesor.

Carpintería.

La puerta que comunica al edificio con el exterior será una puerta de aluminio color bronce de dimensiones 1,00 m. de ancho y 2,10 m. de alto.

Todas las ventanas del edificio de control serán de carpintería de aluminio color bronce y con las dimensiones indicadas en los planos.

En el alzado posterior se colocarán dos rejillas de ventilación con las dimensiones y posición indicado en los planos.

5.12.5. Centro de transformación.

La obra civil correspondiente a esta comprende:

- Explanación y nivelación del terreno.
- Excavación y hormigonado de anclajes de aparamenta.
- Realización de las zanjas para la red de tierras.
- Realización de las atarjeas exteriores para el paso de conductores con tapas de hormigón.
- Realización del vallado perimetral de 2 metros de altura, con malla de simple torsión y alambre de espinos.
- Extendido de capa de gravilla de remate.



5.12.6. Zanjas y canales para cableado.

El tendido de cables de media y alta tensión y de comunicación se realizará enterrado en zanja ejecutada sobre canal prefabricado C-50, de dimensiones 100x50 cm. adecuado para albergar los cables de potencia y de control.

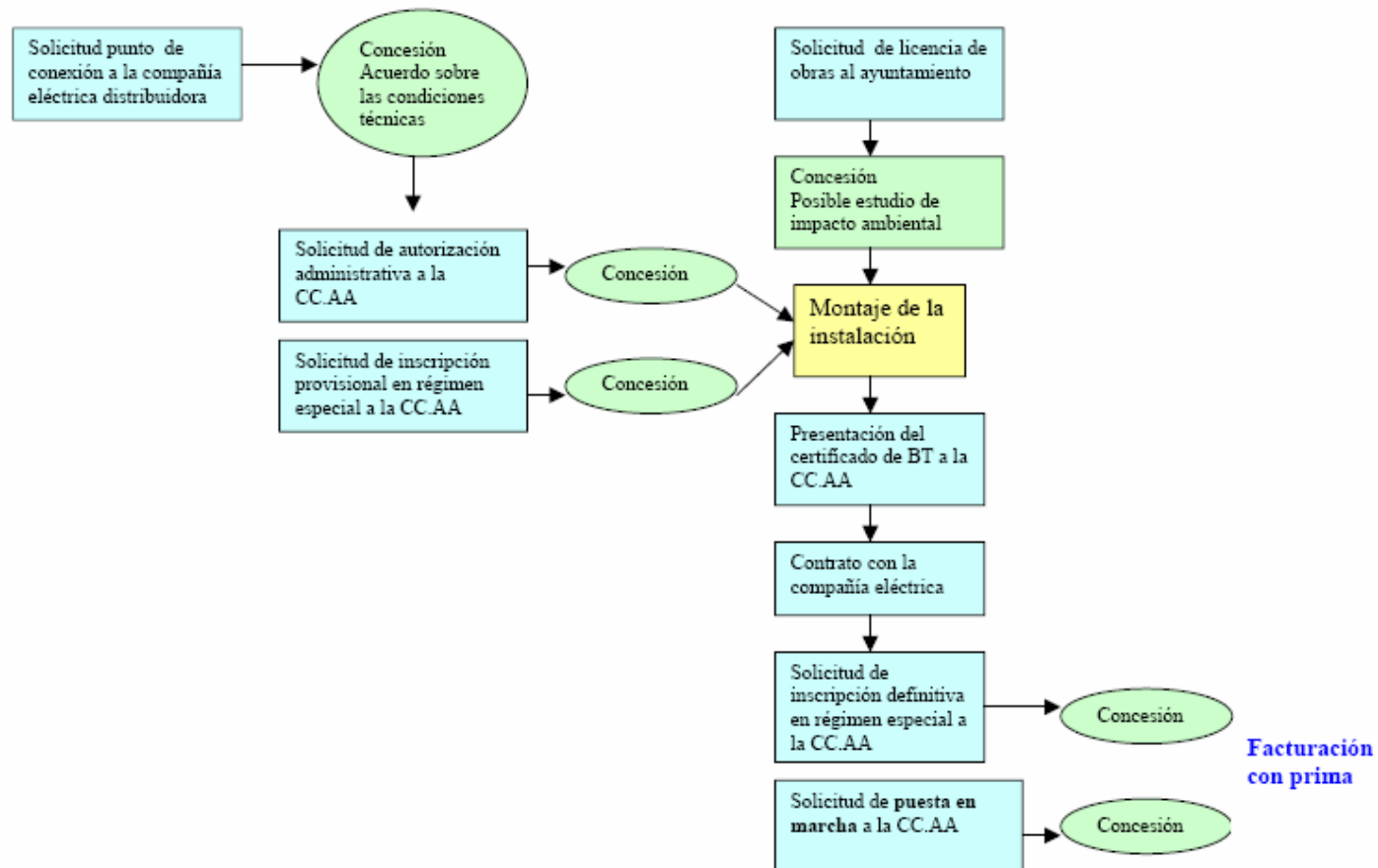
Para la realización de dicha zanja se tendrán en cuenta los radios mínimos de curvatura aceptados por cada cable.

5.13. Pasos legales a realizar

Los pasos legales a realizar vienen perfectamente descritos por la memoria del IDAE [17] referente a los campos de generación fotovoltaica. Podemos observarlos en el esquema de la página 55.







Como podemos observar existen dos pasos previos que son los más importantes, pues sin ellos no sería posible la construcción final del campo. Estos dos pasos que pueden realizarse en paralelo, son:

Solicitar al ayuntamiento, de forma oficial, su consentimiento para la construcción del campo solar en la parcela prevista.

Solicitar, de forma oficial, a la compañía eléctrica que opera en ese municipio un punto de conexión para ceder la energía producida, así como los requisitos necesarios para realizar la conexión.

Una vez obtenidos el punto de conexión y las condiciones técnicas por parte de la compañía eléctrica y la licencia de obras así como la licencia ambiental o informe favorable por parte del ayuntamiento, se debe solicitar a la Generalitat, tal como establece la instrucción técnica 5/2006 [13] a través de la Oficina de Gestión Empresarial, las correspondientes autorización administrativa (AA), la inscripción en concesión de la condición de instalación acogida al régimen especial(REPE), y la inscripción provisional en el Registro de Instalaciones de Producción en Régimen Especial.

Para las instalaciones que formen parte del parque Solar, habrá que presentar en la Oficina de Gestión Empresarial (OGE), organismo gestor de la documentación, una solicitud de concesión de la condición de instalación acogida al Régimen Especial, y de autorización administrativa, para cada una de las instalaciones.

En cada una de las solicitudes constará la siguiente documentación:

- Instancia de solicitud según modelo disponible (anexo B) en la WEB de la Oficina de Gestión Empresarial para el Régimen Especial. Se hará constar que la instalación forma parte de un parque solar, y la denominación del mismo.
- Copia del NIF del Titular.
- Copia compulsada de la escritura de constitución en el supuesto de entidades con personalidad jurídica.
- “Declaración de datos de la entidad peticionaria” (anexo B).
- Contrato suscrito con la empresa eléctrica distribuidora a la que se interconecte la instalación. Tendrá que incluir un apartado indicando que la interconexión con la red se hará compartida, cuál será la persona o entidad titular de las instalaciones de interconexión, las características de los equipos de medida y



como se determinará la energía a facturar mensualmente teniendo en consideración las pérdidas.

- Copia compulsada del contrato o acuerdo suscrito entre el titular de la instalación fotovoltaica y la persona ó entidad titular de las instalaciones de interconexión determinando las condiciones técnicas y económicas de uso de las instalaciones de interconexión y evacuación.
- Acuerdo o contrato con el propietario de los terrenos, si no son del mismo titular de la instalación.
- Ficha de identificación y características de la instalación (anexo B), del Decreto 352/2001) [16]
- Proyecto de la instalación firmado por facultativo competente y visado por el colegio profesional correspondiente.
- Licencia ambiental, o informe favorable a la implantación de la instalación, emitidos por el Ayuntamiento.

Una vez la Dirección General de Energía y Minas haya dictado, la correspondiente resolución de concesión de la condición de instalación acogida al Régimen Especial, de autorización administrativa de la instalación y de inscripción provisional en el Registro de Instalaciones de producción en Régimen Especial de Cataluña, podrá comenzar el montaje de la instalación.

Una vez construida y verificada tanto por parte del instalador como del facultativo responsable del proyecto, se solicitará la puesta en marcha de la instalación y la Inscripción definitiva al Registro de Instalaciones de Producción en Régimen Especial de Cataluña. La solicitud debe presentarse ante la Oficina de Gestión Empresarial, organismo gestor, presentando la siguiente documentación:

- Instancia de solicitud indicando el número de inscripción provisional en el RIPRE otorgado. (anexo B)
- Certificado de Instalación eléctrica de baja tensión (anexo B) según Decreto 363/2004[20].
- Certificado del instalador electricista autorizado, con categoría de especialista. (Anexo B).
- Certificado de Dirección y Final de obra. (Anexo B).



- Declaración CE de conformidad emitida por el fabricante de las placas fotovoltaicas y de los onduladores, según RD 1580/2006 [14] y RD 154/1995 [15].
- Certificado del fabricante en el caso de que las protecciones sean internas a los equipos onduladores según RD 1663/2000 [7], artículo 11.d, e.
- Certificado del fabricante que acredite que la separación galvánica alcanza los niveles de aislamiento que determina la legislación aplicable a este tipos de equipos de acuerdo con la tecnología utilizada, según RD 1663/2000, artículo 12.[7]
- Copia compulsada del contrato de mantenimiento suscrito con una empresa instaladora, según Decreto 363/2004, artículo 9.[20]
- Documento de opción de venta de energía según el artículo 22 del RD 436/2004.[6]
- Certificado emitida por el encargado de la lectura que acredite el cumplimiento del Reglamento de puntos de medida, según artículo 12 del RD 436/2004.[6]
- Solicitud de Inscripción al Registro de Establecimientos Industriales de Cataluña(REIC).

Una vez los Servicios Territoriales inspeccionen la instalación procederán a emitir el Acta de Puesta en Marcha (anexo B) informaran de este hecho a todos los organismos afectados.

5.14. Análisis económico y financiero

5.14.1. Presupuesto.

Dado que la intención del campo es hacer cinco generadores fotovoltaicos que inyecten en la red, cada uno de ellos, una potencia de 100 KW AC , se hace el estudio económico para uno de estos generadores. La eficiencia del generador nunca puede ser del 100% por tanto la potencia fotovoltaica se sobredimensiona de forma que en los momentos óptimos de radiación se pueda llegar a inyectar una potencia lo más cercana posible a los 100 KW. En concreto se ha dimensionado cada generador fotovoltaico con 113.440 Wp, siendo cada uno de estos generadores propiedad de una persona física, pues, a fecha de hoy, según establece el RD 436/2004 [6] las instalaciones fotovoltaicas de cómo máximo 100 KW son las que obtienen una mayor retribución por KWh (575% de la tarifa media de referencia).



En la tabla 5.20 podemos ver el desglose de todos los gastos necesarios para la construcción de un generador fotovoltaico. Los precios de paneles, inversores, material eléctrico necesario, etc. son precios de mercado. El estado de mediciones, precios simples y compuestos aparecen en el anexo C. A partir del coste total del campo solar podemos ver que el precio del Watio pico instalado es de 5,85 Euros. Por lo tanto cada uno de los cinco productores de energía deberá invertir la cantidad de $113.400 \times 5,85 = 663.390$ - Euros.

Descripción	Cant	Ud.	Precio Ud.	Totales
Desbroce y limpieza superficial de terreno de monte bajo, incluyendo arbustos, por medios mecánicos hasta una profundidad de 15 cm., con carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero.	3520	M2	0,62	2183,06
Terraplén con productos procedentes de la excavación y/o de prestamos, extendido en tongadas de 30 cms. de espesor, humectación y compactación hasta el 95% del proctor modificado, incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación y preparación de la superficie de asiento, totalmente terminado.	704	M3	1,73	1221,08
Compactación de terrenos a cielo abierto, por medios mecánicos, con aporte de tierras, incluso regado de los mismos, sin definir grado de compactación mínimo, y con p.p. de medios auxiliares.	306,6	M2	11,05	3388,61
Valla formada por bastidores de tubo de acero laminado de 200x100 cm., malla soldada de 50x200x5 mm., recercada con tubo hueco de acero laminado en frío de 25x25x1,5 mm. y postes intermedios cada 1 m. de tubo de 60x60x1,50 mm. ambos galvanizados por inmersión, totalmente montada, i/ recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4. (M-80)	240	M	42,64	10233,98
Puerta de 2 hojas de 4,00x2,00 m. para cerramiento exterior, con bastidor de tubo de acero laminado en frío de 40x40 mm. y malla S/T galvanizada en caliente 40/14 STD, i/ herrajes de colgar y seguridad, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra. (sin incluir recibido de albañilería).	0,2	Ud	744,33	148,87
Excavación en zanja y/o pozos en tierra, incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.	367,95	M3	1,94	715,36
Hormigón ciclópeo HM-10/B/40, de 10 N/mm2, con cemento CEM II/B-M 32,5R, arena de río y árido rodado Tmáx. 40 mm. y morro 80/150 mm., con hormigonera de 250 l.	12,96	M3	48,68	630,90
Perfilería de acero galvanizado en caliente. Mecanización, puesta en obra y montaje.	14413	Kg	2,62	37690,00
Hormigón armado HA-25/B/40/Ila, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), encofrado y desencofrado, vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.	73,4	M3	121,21	8896,81
Caseta prefabricada para contener un transformador, de dimensiones exteriores (largoxanchoxalto) 6.080x2.380x3.045 mm., formado por: envoltorio de hormigón armado vibrado, compuesto por una parte que comprende el fondo y las paredes incorporando puertas y rejillas de ventilación natural y otra que constituye el techo, estando unidas las armaduras del hormigón entre sí y al colector de tierra. Las puertas y rejillas presentarán una resistencia de 10 kilo-ohmios respecto a la tierra de la envoltorio. Pintado con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en techos, puertas y rejillas. Incluso alumbrado normal y de emergencia, elementos de protección y señalización como: banquillo aislante, guantes de protección y placas de peligro de muerte en los transformadores y accesos al local.	0,4	Ud	10224,14	4089,66
Equipo completo de vigilancia de video, compuesto por 1 cámara de 1/3" con óptica autoiris de 6,5 mm., con 38° de apertura, monitor de B/N 9", entrada de audio y video y alimentación por un solo cable. Incluye 20 m. de cable de interconexión preparado con conectores y señal de audio. Alimentación 220 V. Medida la unidad instalada.	2,4	Ud	782,24	1877,38
Barrera de luz infrarroja de protección perimetral (emisor y receptor), alcance 80 m.. Medida la unidad instalada.	1,6	Ud	372,11	595,38
Transmisor telefónico de alarmas, con sintetizador de voz, grabación de números y mensaje por parte del usuario, duración del mensaje 60 segundos. Memoria para cinco números telefónicos de 12 cifras cada uno. Memoria eeprom para almacenamiento de los números, dos canales de trabajo independientes. Disparo de canales mediante circuito abierto o cerrado. Medida la unidad instalada.	0,2	Ud	179,21	35,84



Instalación Panel IBC 225TE 1660*990*4,5mm. Sobre estructura.	504ud.	801,12	403762,55
Inversor Solar-Max 100C. Instalado.	1ud.	38572,24	38572,24
Redes de puesta a tierra de protección general y servicio para el neutro, en centro de transformación, de acuerdo con lo indicado en la MIE-RAT-13, y normas de Cía Suministradora, formada la primera de ellas por cable de cobre desnudo de 50 mm2. de sección y la segunda por cable de cobre aislado, tipo RV de 0,6/1 kV, y 50 mm2. de sección y picas de tierra de acero cobrizado de 2 m. de longitud y 14 mm. de diámetro. Incluso material de conexión y fijación.	0,2Ud	625,27	125,05
Transformador de media a baja tensión de 800 KVA. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 15/20 kV., tensión secundaria 231/400 A., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 4%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. AL., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección.	0,2Ud	14257,42	2851,48
Ejecución de caseta de obra de 20 m2. de superficie formada por: Preparación del terreno, excavación de zanjas, cimentación de hormigón armado, solera de 10 cm. sobre encachado de piedra, cerramiento de bloque de hormigón gris 40x20x20 a una cara vista enfoscado en su interior con mortero de cemento 1/4, distribución de aseos y ducha con tabicón de L.H.D., alicatado de azulejo blanco 15x15, falso techo de placas aislantes, cubierta de placa de fibrocemento g.o. gris sobre perfilera metálica, puertas en madera enrasada pintadas, 2 ventanas correderas de aluminio natural con luna de 6 mm. i. pintura, instalación eléctrica, fontanería y saneamiento para lavabo, e inodoro, p.p. de desmontaje, demolición y ayudas de albañilería, totalmente terminada.	0,2Ud	4954,71	990,94
P.E.M			518009,20
Licencia Obra			3509,46
Gastos Indirectos			14037,85
Imprevistos			16066,70
Ingeniería y D.O	4%		22064,93
Margen Industrial	12,5%		71711,02
Tramitaciones, Administraciones y aspectos legales			17990,84
		Total	663390,00
		€/Wp	5,85

Tabla 5.20. Presupuesto.



5.14.2. Análisis Financiero

De las diferentes fórmulas que existen para pagar la inversión del campo, se escoge financiar un 80% y pagar con capital propio un 20%. Esta fórmula presenta el mayor TIR sobre los capitales propios invertidos y a su vez evita cashflows (flujos de caja) negativos.

Se utiliza el método francés de cálculo de intereses y principal que se pagarán con una cuota fija anual, al final del periodo. En la tabla 5.21 puede verse programa de pagos.

		Préstamo	€	530.712,00
		Interés		4,8%
		Duración		12
Año	Total Cuota	Interés	Principal	Reserva Matemática
0				530.712,00
1	59.036,50	25.208,82	33.827,68	496.884,32
2	59.036,50	23.602,01	35.434,50	461.449,82
3	59.036,50	21.918,87	37.117,64	424.332,19
4	59.036,50	20.155,78	38.880,72	385.451,46
5	59.036,50	18.308,94	40.727,56	344.723,91
6	59.036,50	16.374,39	42.662,12	302.061,79
7	59.036,50	14.347,94	44.688,57	257.373,22
8	59.036,50	12.225,23	46.811,27	210.561,95
9	59.036,50	10.001,69	49.034,81	161.527,14
10	59.036,50	7.672,54	51.363,96	110.163,18
11	59.036,50	5.232,75	53.803,75	56.359,43
12	59.036,50	2.677,07	56.359,43	0,00

Tabla 5.21. Amortización de crédito.



A continuación en la tabla 5.22 aparecen los cálculos de los cash-flow para los primeros 13 años de la inversión.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13
Venta													
Energía producida en kWh	157.314	156.685	156.058	155.434	154.812	154.193	153.576	152.962	152.350	151.741	151.134	150.529	149.927
Tarifa kWh excl. IVA	0,4206	0,4290	0,4376	0,4464	0,4553	0,4644	0,4737	0,4831	0,4928	0,5027	0,5127	0,5230	0,5334
Total Venta	66168	67221	68292	69379	70483	71605	72745	73903	75080	76275	77489	78723	79976
Gastos													
Seguro	1797	1851	1907	1964	2023	2083	2146	2210	2277	2345	2415	2488	2562
Mantenimiento y Alquiler	4985	5135	5289	5447	5611	5779	5952	6131	6315	6504	6699	6900	7107
Total Gastos	6782	6986	7195	7411	7633	7862	8098	8341	8591	8849	9115	9388	9670
Cuenta de Explotación													
Ventas	66168	67221	68292	69379	70483	71605	72745	73903	75080	76275	77489	78723	79976
Gastos	-6782	-6986	-7195	-7411	-7633	-7862	-8098	-8341	-8591	-8849	-9115	-9388	-9670
Intereses préstamo	-25209	-23602	-21919	-20156	-18309	-16374	-14348	-12225	-10002	-7673	-5233		
Amortización	-33170	-33170	-33170	-33170	-33170	-33170	-33170	-33170	-33170	-33170	-33170	-33170	-33170
Resultado Cuenta explotación	1007	3464	6008	8642	11371	14199	17130	20167	23317	26584	29973	36166	37137
BAIT	1007	3767	6534	9399	11371	14199	17130	20167	23317	26584	29973	36166	37137
ISS 25%	-252	-866	-1502	-2161	-2843	-3550	-4282	-5042	-5829	-6646	-7493	-9041	-9284
Deducción 10% Medio ambiente	88	303	526	756									
BN	844	2901	5032	7238	8529	10649	12847	15126	17488	19938	22479	27124	27853
FLUJO GENERADO													
BN	844	2901	5032	7238	8529	10649	12847	15126	17488	19938	22479	27124	27853
Amortización	33170	33170	33170	33170	33170	33170	33170	33170	33170	33170	33170	33170	33170
Deducción por inversión	88	-303	-526	-756	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pago Principal	-33828	-35434	-37118	-38881	-40728	-42662	-44689	-46811	-49035	-51364	-53804	-56359	
Cash Flow Neto	274	333	558	771	970	1157	1328	1484	1623	1744	1845	3934	61022
Cash Flow Acumulado	-132404	-132071	-131513	-130743	-129772	-128616	-127287	-125804	-124181	-122437	-120592	-116658	-55636
TIR	10,74%												

Tabla 5.22 Cashflows primeros 13 años.



Y en la siguiente tabla 5.23, los cálculos de los siguientes 12 años. (Horizonte temporal 25 años).

Venta	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25
Energía producida en kWh	149.327	148.730	148.135	147.542	146.952	146.364	145.779	145.196	144.615	144.037	143.460	142.887
Tarifa kWh excl. IVA	0,5441	0,5550	0,5661	0,5774	0,5890	0,6007	0,6128	0,6250	0,6375	0,6503	0,6633	0,6765
Total Venta	81250	82543	83857	85192	86548	87926	89326	90748	92193	93661	95152	96667
Seguro	2639	2718	2800	2884	2970	3059	3151	3246	3343	3443	3547	3653
Mantenimiento y Alquiler	7321	7540	7767	8000	8240	8487	8741	9004	9274	9552	9838	10134
Total Gastos	9960	10259	10566	10883	11210	11546	11893	12249	12617	12995	13385	13787
Cuenta de Explotación												
Ventas	81250	82543	83857	85192	86548	87926	89326	90748	92193	93661	95152	96667
Gastos	-9960	-10259	-10566	-10883	-11210	-11546	-11893	-12249	-12617	-12995	-13385	-13787
Intereses préstamo												
Amortización	-33170	-33170	-33170	-33170	-33170	-33170	-33170					
Resultado Cuenta explotación	38120	39115	40121	41139	42169	43211	44264	78499	79576	80665	81767	82880
BAIT	38120	39115	40121	41139	42169	43211	44264	78499	79576	80665	81767	82880
ISS 25%	-9530	-9779	-10030	-10285	-10542	-10803	-11066	-19625	-19894	-20166	-20442	-20720
Deducción 10% Medio ambiente												
BN	28590	29336	30091	30855	31627	32408	33198	58874	59682	60499	61325	62160
FLUJO GENERADO												
BN	28590	29336	30091	30855	31627	32408	33198	58874	59682	60499	61325	62160
Amortización	33170	33170	33170	33170	33170	33170	33170					
Deducción por inversión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pago Principal												
Cash Flow Neto	61760	62506	63260	64024	64796	65577	66368	58874	59682	60499	61325	62160
VAN	6124	68630	131890	195914	260711	326288	392656	451530	511212	571711	633036	695196
TIR	10,74%											

Tabla 5.23 Cashflows últimos 12 años.



Como aspectos a destacar del proyecto desde el punto de vista financiero:

- La seguridad en la predicción de los cash-flows, debido al marco legal vigente, las condiciones climáticas, y la tecnología empleada ampliamente contrastada.
- Elevado V.A.N: (a continuación el cálculo del V.A.N con una tasa de descuento del 4%)

$$V.A.N = -I + \sum_{j=1}^{25} CF_j \cdot (1+k)^{-j} = 381627$$

- Pay-back (nº de años necesarios para que los ingresos netos proporcionados igualen el desembolso inicial), y Pay-back descontado (nº de años necesarios para que los ingresos netos actualizados a una tasa de descuento del 4% proporcionados igualen el desembolso inicial) de 13,90 y 15,57 respectivamente.
- Elevada tasa interna de rentabilidad T.I.R: 10,74%.

Por lo tanto se trata de una inversión a medio y largo plazo con una tasa interna de rentabilidad muy interesante para inversionistas que se sientan cómodos en este ámbito.

5.15. Impacto Ambiental.

Tal como ha quedado reflejado en el apartado de los pasos legales a realizar, para la solicitud de la autorización administrativa a la Generalitat, es necesario la presentación de una licencia ambiental, o informe favorable a la implantación de la instalación, emitido por el Ayuntamiento de Castelló d'Empuries.

Analizadas la normativa vigente en Catalunya en materia medioambiental (Decretos 114/1988 sobre Evaluación de Impacto Ambiental [18] y 328/1992 Plan de Espacios de Interés Natural [21]), se observa que este tipo de instalación por su escasa potencia no entran dentro de los mencionados en los anexos como proyectos que deban someterse a una Evaluación de Impacto Medioambiental. Destacar que esto significa que no es necesario realizar un estudio de impacto ambiental, estudio técnico interdisciplinario que debe incorporarse a la evaluación de impacto ambiental y que tiene por objetivos ; identificar, valorar y corregir las consecuencias ambientales que provocarían determinados proyectos sobre la calidad de vida del hombre y su entorno, documento que sería objeto en si mismo de otro proyecto.



Realizada una consulta previa a la regiduría de medio ambiente del municipio, para conocer la postura de dicho ayuntamiento frente a proyectos de esta naturaleza, la respuesta ha sido positiva. Hay que destacar los evidentes “beneficios” de tipo ecológico que representa el empleo de fuentes renovables para la producción de energía eléctrica. En concreto según datos aportados por el IDAE [17], una instalación de estas características evita la emisión de aproximadamente 269 Toneladas de CO₂ al año, 6733 Toneladas de CO₂ para toda la vida útil de la misma. Por otro lado recordar que existe en la Zona fuerte oposición popular e incluso de responsables políticos locales al proyecto de Línea de Muy Alta Tensión (M.A.T) entre España y Francia.

Para su construcción no será necesaria una obra civil importante, no será necesario realizar cambios en las infraestructuras de la zona, la inclinación y orientación del terreno no implica cambios en la topografía del mismo, la existencia de línea de evacuación en el linde sur de la propia finca y la sencillez de la tecnología no requieren el empleo de ningún medio que suponga una obra civil molesta. Además, los plazos de ejecución previstos una vez conseguidos todos los permisos y autorizaciones necesarias, permitirán una instalación en funcionamiento en muy poco tiempo (se calculan 3 meses, a partir de la obtención de los permisos).

Como información adicional a presentar ante los responsables de medioambiente del municipio con el fin de obtener de forma oficial el informe favorable a la implantación de la instalación se presentará el siguiente análisis (tabla 8.11) siguiendo el esquema de desagregación de factores ambientales propuesto por Gómez Orea [19] y el listado de los mismos propuestos por Canter L.W [22], con un análisis de los impactos en los diferentes subsistemas, y de las posibles alternativas desde una perspectiva medioambiental.



Subsistema	Medio		Impacto	Explicación / alternativa
Físico	Inerte	Aire	No	No hay emisiones de gases, humos, polvo, ruidos...
		Clima	No	Por su magnitud no afecta el régimen térmico, pluviométrico, de vientos...
		Tierra /suelo	Muy bajo.	No hay cambios en la topografía del terreno, sólo se produce un cambio de uso del terreno. Para mantener la calidad "agrícola" del mismo se realizarán trabajos de mantenimiento, limpieza, aireamiento etc...
		Procesos	Muy bajo.	No se altera la dinámica del curso de los ríos, no producirá salinización del suelo o acuíferos, no aumenta el riesgo de incendios, no altera la recarga de los acuíferos, y gracias a las tareas descritas en el apartado anterior no altera la compactación, estabilidad, compactación y asentamiento
	Biótico	Vegetación	Muy bajo.	El generador se localizará en terrenos de uso agrícola, relativamente próximos a zonas urbanas, con lo que no se ven afectadas las especies protegidas relacionadas en el Decreto 328/1992 [21]. Tan sólo serán abandonado el cultivo de especies comerciales sin valor ecológico especial.
		Fauna		
	Perceptual (Paisaje)	Procesos	Muy bajo	La parcela se encuentra alejada del centro histórico de la Villa, en una zona despoblada, alejada de lugares de paso habitual, a la orilla de un camino agrícola. Para rebajar el impacto visual se ha elegido la alternativa de estructura fija frente al uso de seguidores solares, además se procederá a la siembra de un seto de arbustos de porte mediano en el lindero norte del terreno para que no sean visibles desde el camino.
		Ecosistemas		
Socio Económico			No	Por la magnitud no se ven afectados aspectos tales como Población, ocupación, estilo de vida, estructura de la propiedad, salud, tradiciones, densidad de población. Se trata de un proyecto promovido por y para inversionistas locales, principales beneficiarios de los incrementos de renta que la instalación provoca. Por su naturaleza (aprovechamiento de energías renovables limpias), no provoca el rechazo social al proyecto.
Núcleos e infraestruct.			No	Por la magnitud y diseño del proyecto no se ven afectados aspectos relacionados con las infraestructuras y los servicios, vialidad, canales de riego, transportes, infraestructuras eléctricas...

Tabla 5.23 Análisis de impacto ambiental.



5.16. Estudio seguridad y salud.

Todo proyecto de ingeniería que vaya a ser presentado con la intención de su realización posterior deberá incluir un Estudio de Seguridad y Salud (E.S.S).

El E.S.S. tiene como objeto servir de base para que las Empresas Contratistas y cualesquiera otras que participen en la ejecución de las obras a que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido el estudio, las lleven a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que ordena en su articulado el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre (B.O.E. de 25/10/97) .

El Estudio de Seguridad y Salud, debe servir también de base para que las Empresas Constructoras, Contratistas, Subcontratistas y trabajadores autónomos que participen en las obras, antes del comienzo de la actividad en las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y Salud tal y como indica el articulado del Real Decreto citado en el punto anterior.

En el citado Plan pueden modificarse algunos de los aspectos señalados en Estudio con los requisitos que establece la mencionada normativa. El citado Plan de Seguridad y Salud es el que, en definitiva, permitirá conseguir y mantener las condiciones de trabajo necesarias para proteger la salud y la vida de los trabajadores durante el desarrollo de las obras que contempla el E.S.S.

Realizar un Estudio de Seguridad y Salud sería por sí solo tema de un proyecto final de carrera, y por lo tanto en éste proyecto solo haremos mención a la necesidad de incluir dicho estudio en cualquier proyecto de ingeniería y en repasar los temas globales que el estudio debería abarcar.

Empezaríamos el estudio definiendo cual es el objeto del mismo y dando las condiciones para el establecimiento posterior, por parte de las empresas constructoras, del plan de seguridad y salud.

El Estudio de Seguridad y Salud debería incluir forzosamente y como es lógico los siguientes apartados:

Identificación de la Obra:



- Tipo de obra.
- Situación del terreno y los locales de la obra.
- características del terreno y de los locales de la obra.
- Denominación de la obra.
- Propietario y Promotor de la obra.

Estudio de Seguridad y Salud:

- Autor del Estudio.
- Presupuesto total de realización de la obra.
- Plazo de ejecución estimado.
- Número de trabajadores.

Fases de la Obra con Identificación de riesgos:

- Albañilería
- Carpintería.
- Carpintería metálica y cerrajería.
- Compactación y consolidación de terrenos.
- Desbroce con medios mecánicos.
- Estructuras metálicas. Colocación de perfiles y cercas.
- Excavación mecánica de zanjas.
- Instalaciones eléctricas de alta tensión.
- Instalaciones eléctricas de baja tensión.

Para cada una de estas fases deberían identificarse los riesgos, como ejemplo de algunos de ellos: afecciones de la piel, atrapamientos, caída de objetos, caída ó colapso de andamios, caídas de personas desde diferentes niveles, golpes, sobreesfuerzos , contactos eléctricos directos, etc.



Relación de Medios Humanos y Técnicos previstos con Identificación de Riesgos:

- Maquinaria.
- Medios de transporte.
- Medios auxiliares.
- Herramientas.
- Tipos de energía.
- Materiales.

Medidas de Prevención de los Riesgos:

- Protecciones colectivas
- Señalización.
- Equipos de Protección Individual (EPIS).
- Protecciones especiales.
- Medidas preventivas de tipo general.
- Directrices para la prevención de riesgos dorso lumbares.
- Mantenimiento preventivo.
- Instalaciones generales de higiene en la obra.

Obligaciones del Empresario en Materia Formativa antes de iniciar los Trabajos:

- Formación de los trabajadores.

Vigilancia de la Salud y Primeros Auxilios en la Obra.



Normativa a aplicar en las Fases del Estudio:

- Protecciones personales.
- Manipulación manual de cargas.
- Manipulación de cargas con grúas.



Conclusiones.

A lo largo del proyecto se han definido los pasos que deben realizarse para el diseño, construcción y finalmente conexión a la red de un campo fotovoltaico. Se han tratado los diferentes aspectos que se deben considerar a la hora de llevar a término un proyecto de éste tipo.

Por un lado está el aspecto tecnológico que como se ha visto a lo largo del proyecto, no entraña una gran dificultad, aunque el ingeniero deberá tener especial cuidado en el diseño, en la selección de los materiales y aparatos que componen el campo, en los cálculos constructivos y en los cálculos de producción, pues el dueño del campo espera obtener el rendimiento prometido del mismo.

En el aspecto económico se ha puesto de manifiesto que una inversión de este tipo es rentable y viable para aquellos inversionistas con una visión a largo plazo que a su vez cuenten con disponibilidad de un capital inicial importante y que tengan posibilidad de conseguir financiación, pues se trata, para un generador de 100 kW de una suma de dinero de gran envergadura y no al alcance de todos. No hay que olvidar que toda inversión tiene riesgos y que en ésta en concreto, a parte de los imponderables técnicos como averías, desconexiones, accidentes climatológicos, etc. se involucra a las compañías eléctricas y al Estado que deberán cumplir su compromiso de compra de energía, al precio y condiciones pactadas, de “por vida”.

Y como aspecto final se ha tratado el administrativo, que a la vista de los trámites y pasos que hay que dar, se podría poner en duda si realmente existe la voluntad política de cumplir con los planes y acuerdos para potenciar las energías renovables, a lo que hay que añadir que desde el mes de Julio del 2.006, en el que el R.D. 436, en su aspecto tarifario, quedó congelado y visto para revisión antes de finalizar el 2.006 y que a fecha de imprimir ésta memoria, aún no ha salido dicha revisión, lo cual puede, por sí solo, generar suspicacias en los inversionistas.

Sin embargo y como conclusión final, hay que destacar, por encima de todo, que el camino hacia las energías renovables no parece tener vuelta atrás ante el hecho cada vez mas aceptado de que el cambio climático viene provocado por la emisión de gases de la combustión que en su mayoría provienen de la generación de energía. Es una evidencia que el sector fotovoltaico está experimentando unos crecimientos anuales superiores al 30%, lo cual, aparte de los beneficios ecológicos inherentes, da idea de la gran oportunidad de trabajo y negocio que representa para la industria fotovoltaica y en concreto para los ingenieros.





Anexos.



A: Estudio de sombras.

En el capítulo **7.9.5** exponíamos el método para determinar las pérdidas por sombras y hacíamos mención al programa CENSOL 5 del Centro de Estudios CENSOLAR. Los resultados obtenidos se presentan a continuación, recordando que hemos simplificado el caso estudiando aquel que es el mas desfavorable, es decir considerando los paneles que ven el mayor obstáculo enfrente de ellos y estos son los paneles de la columna central de cada estructura, siendo de ésta columna el panel 1 el que está en la posición mas baja y el panel 6 el que está en la más alta.

La figura A.1 muestra como ve el obstáculo el panel 1 y las pérdidas por sombreado que éste obstáculo representan.

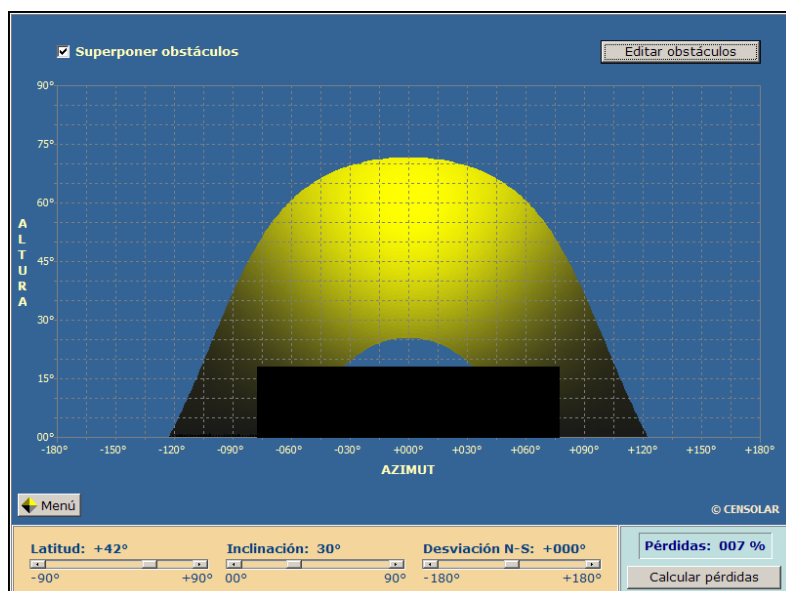


Figura A.1. Obstáculo delante del panel 1.



La figura A.2 muestra como ve el obstáculo el panel 2 y las pérdidas por sombreado que éste obstáculo representan.

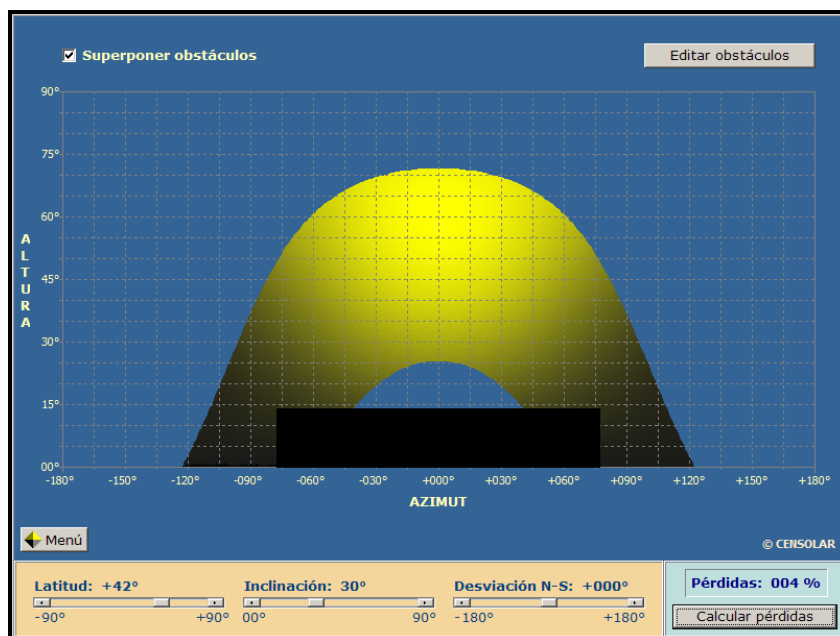


Figura A.2. Obstáculo delante del panel 2.

La figura A.3 muestra como ve el obstáculo el panel 3 y las pérdidas por sombreado que éste obstáculo representan.

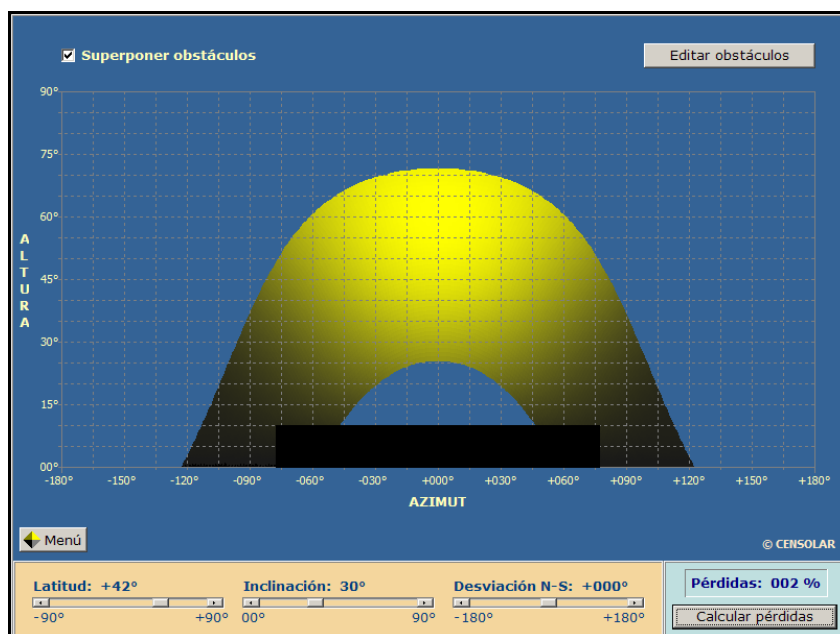


Figura A.3. Obstáculo delante del panel 3.



La figura A.4 muestra como ve el obstáculo el panel 4 y las pérdidas por sombreado que éste obstáculo representan.

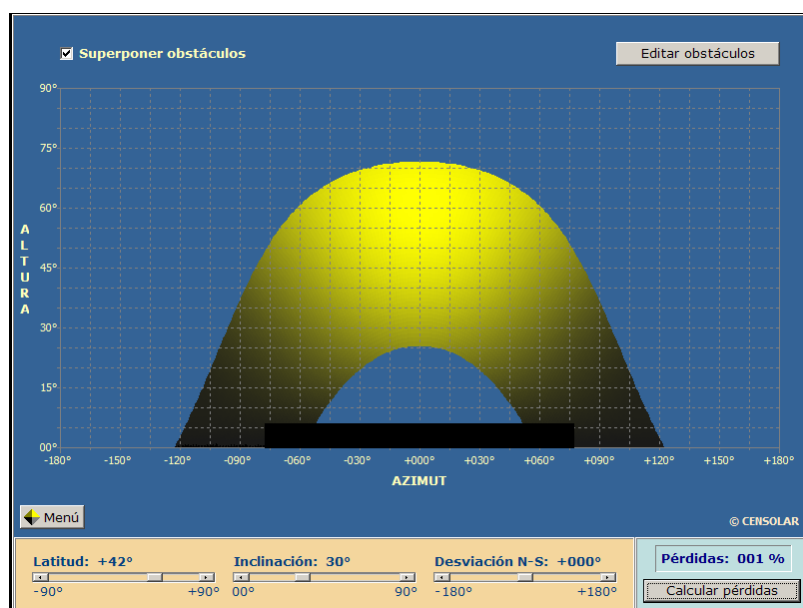


Figura A.4. Obstáculo delante del panel 4.

La figura A.5 muestra como ve el obstáculo el panel 5 y las pérdidas por sombreado que éste obstáculo representan.

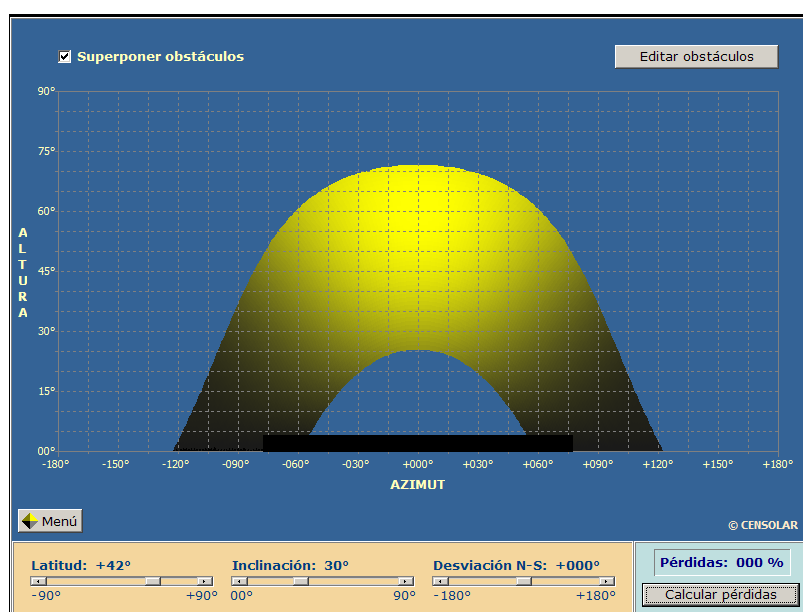


Figura A.5. Obstáculo delante del panel 5.



La figura A.6 muestra como ve el obstáculo el panel 6 y las pérdidas por sombreado que éste obstáculo representan.

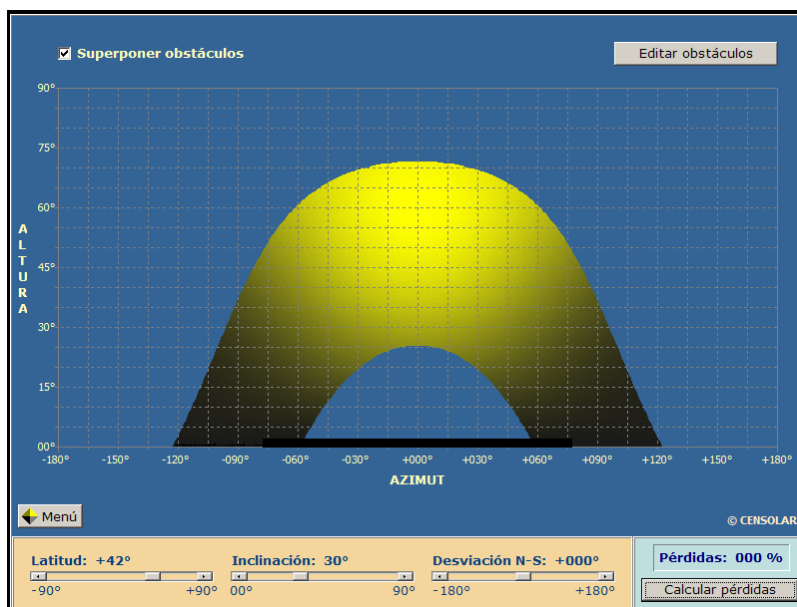


Figura A.6. Obstáculo delante del panel 6.



B: Formularios y trámites.



Generalitat
de Catalunya

Annex 1. Sol·licitud de règim especial de producció elèctrica

1. Dades del/de la titular i domicili social

Titular de la instal·lació		NIF
Representant autoritzat	DNI	Càrrec
Adreça	Població	Codi postal
Telèfon	Fax	Correu electrònic

2. Dades de l'emplaçament de la instal·lació

Adreça	Població	Codi postal
Telèfon	Fax	

3. Adreça a efectes de notificacions¹

Nom de la persona o entitat destinatària de la correspondència		NIF
Adreça	Població	Codi postal
Telèfon	Fax	

4. Característiques principals de la instal·lació

Potència	kW
Categoria, grup i subgrup de classificació (segons l'art. 2 del Reial decret 436/2004)	

5. Parcs Solars

Aquesta instal·lació forma part d'un Parc Solar denominat:

6. Sol·licitud que es formula

- ☐ Inclusió al règim especial de producció elèctrica (REPE), al grup de classificació indicat i inscripció provisional al Registre d'instal·lacions de producció en règim especial.
- ☐ Autorització administrativa de la instal·lació.
- ☐ Aprovació del projecte executiu, segons el títol VII del Reial decret 1955/2000.
- ☐ Declaració d'utilitat pública de la instal·lació, segons el títol VII del Reial decret 1955/2000.
- ☐ Inscripció definitiva al Registre d'instal·lacions de producció en règim especial (RIPRE).
- ☐ Autorització administrativa de transmissió de titularitat de la instal·lació (canvi de nom o de persona titular).
- ☐ Posada en marxa provisional de la instal·lació per a proves.
- ☐ Posada en marxa definitiva de la instal·lació.
- ☐ Notificació del règim econòmic a què es desitja acollir la instal·lació.
- ☐ Baixa del règim especial.
- ☐ Altres (especifiquen-les):

Signatura

Lloc i data

DIRECCIÓ GENERAL D'ENERGIA I MINES

G146NOGU-033-00 http://www.gencat.net/gencat/doc_14128135_1.doc





Generalitat
de Catalunya

Annex 2. Dades de l'entitat peticionària

1. Dades del/de la sol·licitant

Titular de la instal·lació	NIF	
Adreça	Població	
Codi postal	Telèfon	Fax
Correu electrònic		

2. Relació de participis amb un percentatge de participació superior al 5%

Nom o entitat	NIF o DNI	Percentatge de participació	Valor de la participació (en euros)
		%	
		%	
		%	
		%	
		%	
Capital social total		100%	

3. Relació d'empreses filials en què el/la sol·licitant té participació majoritària

Nom de l'empresa	NIF	Domicili social	Telèfon	Fax

4. Relació de les instal·lacions acollides al règim especial en què el/la sol·licitant és titular o explotador/a

Identificació de la instal·lació	Núm. d'inscripció al RIPE	Emplaçament		
		Població	Adreça	Núm.

Signatura

Nom i cognoms

Càrrec

Lloc i data

1. No s'ha d'incloure la instal·lació que se sol·licita.

G148NOGU-034-00 http://www.gencat.net/ogel/doc/lec_11592915_1.doc





ANNEX 2

FITXA D'IDENTIFICACIÓ I CARACTERÍSTIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ

Característiques dels equips de control, connexió seguretat i mesura

1. Connexió a la xarxa

Potència nominal de la instal·lació (KW)
 Monofàsica si/no
 Trifàsica si/no

2. Generador fotovoltaic

Fabricant
 Model
 Potència màxima, $P_{m\acute{a}x}$ (Wp)
 Tensió en circuit obert, V_{oc} (V)
 Corrent de màxima potència, $I_{m\acute{a}x}$ (A)
 Tensió de màxima potència, $V_{m\acute{a}x}$ (V)
 Intensitat de circuit, I_{sc} (A)
 Nombre total de plaques

3. Ondulador AC (a complimentar per cada ondulador instal·lat)

Ondulador 1 Ondulador 2

Fabricant
 Model
 Número de sèrie
 Tensió nominal AC, V_n (V)
 Potència AC, P_n (kw)
 V_{cc} màxima (V)
 V_{cc} mínima (V)
 Connexió RN, TN o trifàsic
 Protecció contra Vac baixa si/no
 Tensió d'actuació (V)
 Protecció contra Vac alta (si/no)
 Tensió d'actuació (V)
 Protecció contra freqüència baixa (si/no)
 Freqüència d'actuació (Hz)
 Protecció contra freqüència alta (si/no)
 Freqüència d'actuació (Hz)
 Protecció contra funcionament en illa (si/no)
 Potència nominal de la instal·lació (kw)

4. Proteccions externes

Interruptor general

Fabricant
 Model
 Tensió nominal, V_n (V)
 Corrent nominal, I_n (A)
 Poder de tall (KA)

Interruptor diferencial





Generalitat
de Catalunya

Fabricant
Model
Intensitat nominal
Sensibilitat

Protecció contra Vac baixa (*)

Si/no
Fabricant
Model
Tensió d'actuació (V)

Protecció contra Vac alta (*)

Si/no
Fabricant
Model
Tensió d'actuació (V)

Protecció contra freqüència baixa (*)

Si/no
Fabricant
Model
Freqüència d'actuació (Hz)

Protecció contra freqüència alta (*)

Si/no
Fabricant
Model
Freqüència d'actuació (Hz)

5. Aparells de mesura i control

Comptador de sortida d'energia o bidireccional

Fabricant
Model
Número de fabricació
Relació d'intensitat
Tensió
Constant de lectura
Classe

Comptador d'entrada d'energia o bidireccional (en cas de que no hi hagi comptador bidireccional)

Fabricant
Model
Número de fabricació
Relació d'intensitat
Tensió
Constant de lectura
Classe

6. Accés a la informació





Generalitat
de Catalunya

Lectura de comptadors

In situ

Interlocutors a efectes de l'operació

Pel titular:

Nom
Telèfon
Fax

Per l'ED:

Nom
Telèfon

(*) no complimentar en el cas que l'ondulador incorpori aquestes proteccions internament.

a de 200

Signatura i segell de l'instal·lador i l'empresa instal·ladora





Generalitat de Catalunya
Departament de Treball i Indústria
Direcció General d'Energia i Mines

ANNEX 3

Exp. núm.

JUSTIFICANT D'ACOMPLIMENT DEL PROCEDIMENT ADMINISTRATIU APLICABLE A LES INSTAL·LACIONS D'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.

Analitzada la documentació presentada a l'expedient a dalt esmentat i en aplicació de l'article 7 del Decret 352/2001, mitjançant aquest document es consideren complerts els següents tràmits, relatius a la instal·lació que s'indica tot seguit:

1. Atorgament de la condició d'instal·lació acollida al règim especial de producció.
2. Autorització administrativa.
3. Autorització de posada en servei.
4. Inscripció de la instal·lació en el Registre d'instal·lacions de Producció en Règim Especial amb núm. de RIPRE

TITULAR	
Nom:	
NIF:	
Tel:	
Adreça:	
Població:	
NCP:	Província:

EMPRESA INSTAL·LADORA ESPECIALISTA	
Nom:	
Núm. registre:	
Adreça:	
Població	Telèfon:

EMPLAÇAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ	
Adreça:	
Població:	
NCP:	Província:

CARACTERÍSTIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ	
Potència màxima nominal total (onduladors):	
Superfície total de les plaques:	
Estimació de l'energia anual produïda:	
Grup de classificació (art 2 RD 436/2004):	
Empresa elèctrica a interconnectar :	
Connexió a la xarxa:	
<input type="checkbox"/> Monofàsica . Tensió	V <input type="checkbox"/> Trifàsica . Tensió V

PERSONA QUE DILIGÈNCIA EL DOCUMENT PER L'OGE

Nom i Cognoms:

Signatura i data:





Generalitat
de Catalunya

Núm. d'expedient

Annex 4. Certificat d'instal·lador/a d'electricitat autoritzat. Instal·lació fotovoltaica

Dades de l'instal·lador/a d'electricitat autoritzat

Nom i cognoms

Núm. d'inscripció

Dades de la instal·lació

Adreça

Localitat

Municipi

Titular de la instal·lació

Nom i cognoms

Adreça

Empresa instal·ladora

Nom

Núm. d'inscripció

....., com a instal·lador/a d'electricitat autoritzat pel Departament de Treball i Indústria, amb núm. i que pertanyo a l'empresa inscrita al Registre d'Empreses Instal·ladores amb el núm.

CERTIFICO:

- Que la instal·lació esmentada s'adapta a les especificacions tècniques indicades a la fitxa d'identificació i característiques de la instal·lació d'energia elèctrica fotovoltaica adjunta.
- Que tots els equips i instal·lacions sotmesos a condicions tècniques compleixen amb el Reial decret 1663/2000, de 29 de setembre, sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaiques a la xarxa de baixa tensió, així com amb la normativa que els és d'aplicació.
- Que els documents adjunts són originals emesos pel fabricant, o fotocòpies fidedignes, d'acord amb l'article 5, punts 2g), 2h) i 2i) del Decret 352/2001, de 18 de desembre, sobre procediment administratiu aplicable a les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica connectades a la xarxa elèctrica:
 - ☐ Declaració CE de conformitat emesa pel fabricant de les plaques fotovoltaïques i dels onduladors, d'acord amb el Reial decret 444/1994 i el Reial decret 154/1995.
 - ☐ Certificat del fabricant, en el cas que les proteccions siguin interiors als equips onduladors.
 - ☐ Certificat del fabricant que acrediti que la separació galvànica assoleix els nivells d'aïllament que determina la legislació aplicable a aquest tipus d'equips, d'acord amb la tecnologia emprada
- Que s'han comprovat tots els equips d'acord amb la reglamentació pròpia, amb un resultat favorable, i que es troben en condicions d'entrar en funcionament.

Signatura i segell del/de la instal·lador/a d'electricitat

Signatura i segell de l'empresa instal·ladora especialista

Lloc i data





Generalitat
de Catalunya

Certificat de direcció i acabament d'obra d'instal·lació de producció elèctrica en règim especial per sol·licitar el funcionament en proves

Número d'inscripció al Registre d'instal·lacions de producció elèctrica en règim especial de Catalunya

1. Dades del/de la titular

Titular de la instal·lació		NIF
Emplaçament de la instal·lació		
Adreça	Codi postal	Població
Província		

2. Característiques principals

Potència activa nominal de cada grup corregida	Total
kW	kW
Potència aparent de cada alternador	Total
kVA	kVA
Categoria, grup i subgrup de classificació (Reial decret 436/2004)	
Nombre, marca i tipus de motor d'accionament	
Combustible o subproducte que s'ha d'utilitzar (si escau)	
Empresa elèctrica que s'ha d'interconnectar	
Norm i cognoms	
Enginyer/a col·legiat núm.	
Col·legi Oficial d	

CERTIFICO:

- Que la instal·lació indicada s'adapta al projecte general visat el dia , amb el núm. , i que compleix les condicions de l'autorització administrativa atorgada.
- Que la instal·lació compleix el que determinen la Llei 54/97 i el Reial decret 436/2004 per a aquest tipus d'instal·lacions de producció en règim especial, i que disposa dels elements de control de rendiment i equips de mesura d'energia elèctrica requerits, segons les exigències que determina el Reial decret per a les instal·lacions del grup de classificació assignat.
- Que totes i cadascuna de les instal·lacions i equips sotmesos a reglaments específics de seguretat i regulacions de medi ambient compleixen amb la normativa que hi és d'aplicació, han estat comprovats d'acord amb la reglamentació pròpia amb resultat favorable, es troben en condicions d'entrar en funcionament en proves i disposen de les autoritzacions pertinents dels organismes competents.

Signatura	Visat
-----------	-------

Lloc i data

G148NOGU-028-00 http://www.gencat.net/ogel/doc/doc_30840512_1.doc





Generalitat de Catalunya
Departament de Treball i Indústria

CERTIFICAT D'INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA DE BAIXA TENSIÓ

Nom de l'empresa instal·ladora de baixa tensió		Expedient Núm:		
Nom i cognoms de l'instal·lador autoritzat:		<table border="1"> <tr> <td>Número Inscripció</td> <td><input type="checkbox"/> EIBTB <input type="checkbox"/> EIBTE</td> </tr> </table>	Número Inscripció	<input type="checkbox"/> EIBTB <input type="checkbox"/> EIBTE
Número Inscripció	<input type="checkbox"/> EIBTB <input type="checkbox"/> EIBTE			
		Telèfon DNI NIF		

DADES DE LA INSTAL·LACIÓ ☐ Nova ☐ Ampliació ☐ Modificació o reforma

SITUACIÓ:

Carrer o indret
Localitat Terme Municipal Superfície: m² núm. CP
Us a què es destina:

TITULAR

Domicili Localitat: NIF:
Telèfon CP

DOCUMENTACIÓ TÈCNICA:

☐ Projecte (Grup): ☐ a ☐ b ☐ c ☐ d ☐ e ☐ f ☐ g ☐ h ☐ i ☐ j ☐ k ☐ l ☐ m ☐ n ☐ o
☐ Memòria tècnica de disseny

Autor
Objecte

CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ:

Potència màxima admissible kW Interruptor general automàtic de tall omnipolar A
Potència instal·lada kW
Tensió V
Secció derivació individual mm²
Resistència de terra de protecció Ω
Resistència d'aïllament Ω

Interruptors diferencials:		
Nombre	In	Sensibilitat
	A	mA
	A	mA
	A	mA

OBSERVACIONS:

CERTIFICAT d'inspecció inicial amb resultat FAVORABLE (quan procedeixi)

Entitat d'Inspecció i Control que l'ha emès Data de la inspecció

En / Na , amb carnet individual identificatiu d'instal·lador autoritzat número , i DNI , que pertany a l'empresa instal·ladora amb número d'inscripció , d'acord amb les verificacions realitzades seguint la metodologia de la norma UNE 20.460-6-61, CERTIFICA que la instal·lació descrita ha sigut realitzada d'acord amb les prescripcions del Reglament Electrotècnic per a baixa tensió i les seves ITC-BT, aprovat per RD 842/2002 de 2 d'agost, així com amb la documentació tècnica abans esmentada.

Data

Signatura i segell de l'instal·lador i de l'empresa instal·ladora

ANNEX: Informació a l'usuari per al correcte ús i manteniment de la instal·lació.

EIC contractada per l'empresa instal·ladora	ICT, S.A. <input type="checkbox"/>
	ECA, S.A. <input type="checkbox"/>

NOTA: Aquest certificat té una validesa de 6 mesos, a efectes d'inscripció de la instal·lació.

Exemplar per al titular de la instal·lació
Exemplar per al Departament de Treball i Indústria
Exemplar per a l'empresa distribuïdora d'energia elèctrica
Exemplar per a l'empresa instal·ladora autoritzada
(marcar el que pertorqui)



C: Mediciones y presupuestos.

Mediciones:

Descripción	Partes Iguales	Largc	Anchc	AltCant	Ud.
Desbroce y limpieza superficial de terreno de monte bajo, incluyendo arbustos, por medios mecánicos hasta una profundidad de 15 cm., con carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero.	0,2	220	80,00		3520M2
Terraplén con productos procedentes de la excavación y/o de prestamos, extendido en tongadas de 30 cms. de espesor, humectación y compactación hasta el 95% del proctor modificado, incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación y preparación de la superficie de asiento, totalmente terminado.	0,2	220	80,00	0,20	704M3
Compactación de terrenos a cielo abierto, por medios mecánicos, con aporte de tierras, incluso regado de los mismos, sin definir grado de compactación mínimo, y con p.p. de medios auxiliares.	2	73	2,10		306,6M2
Valla formada por bastidores de tubo de acero laminado de 200x100 cm., malla soldada de 50x200x5 mm., recercada con tubo hueco de acero laminado en frío de 25x25x1,5 mm. y postes intermedios cada 1 m. de tubo de 60x60x1,50 mm. ambos galvanizados por inmersión, totalmente montada, i/ recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4. (M-80)	0,2	1200			240M
Puerta de 1 hoja de 4,00x2,00 m. para cerramiento exterior, con bastidor de tubo de acero laminado en frío de 40x40 mm. y malla S/T galvanizada en caliente 40/14 STD, i/ herrajes de colgar y seguridad, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra. (sin incluir recibido de albañilería).	0,2				0,2Ud
Excavación en zanja y/o pozos en tierra, incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.					
ZAPATA 1	2	73	1,40	1,15	235,06M3
ZAPATA 2	2	73	0,70	1,15	117,53M3
VALLA.	240	0,4	0,40	0,40	15,36M3
				Total	367,95M3
Hormigón ciclópeo HM-10/B/40, de 10 N/mm2, con cemento CEM II/B-M 32,5R, arena de río y árido rodado Tmáx. 40 mm. y morro 80/150 mm., con hormigonera de 250 l.					
ZAPATA 1	2	72	1,20	0,05	8,64M3
ZAPATA 2	2	72	0,60	0,05	4,32M3
				Total	12,96M3
Perfilería de acero galvanizado en caliente. Mecanización, puesta en obra y montaje.	14413				14413Kg
Hormigón armado HA-25/B/40/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), encofrado y desencofrado, vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.					
Zapata 1 Base	2	71,4	1,10	0,30	47,124M3
Zapata 1 Pilares	43	0,85	0,40	0,40	5,848M3
Zapata 2 Base	2	71,4	0,40	0,30	17,136M3
Zapata 2 Pilares	43	0,85	0,30	0,30	3,2895M3
				Total	73,398M3



Mediciones (cont.)

Descripción	Partes Iguales	Largc	Anchc	AltC Cant	Ud.
Caseta prefabricada para contener un transformador, de dimensiones exteriores (largoxanchoxalto) 6.080x2.380x3.045 mm., formado por: envoltorio de hormigón armado vibrado, compuesto por una parte que comprende el fondo y las paredes incorporando puertas y rejillas de ventilación natural y otra que constituye el techo, estando unidas las armaduras del hormigón entre sí y al colector de tierra. Las puertas y rejillas presentarán una resistencia de 10 kilo-ohmios respecto a la tierra de la envoltorio. Pintado con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en techos, puertas y rejillas. Incluso alumbrado normal y de emergencia, elementos de protección y señalización como: banquillo aislante, guantes de protección y placas de peligro de muerte en los transformadores y accesos al local.	0,4				0,4Ud
Equipo completo de vigilancia de video, compuesto por 1 cámara de 1/3" con óptica autoiris de 6,5 mm., con 38° de apertura, monitor de B/N 9", entrada de audio y video y alimentación por un solo cable. Incluye 20 m. de cable de interconexión preparado con conectores y señal de audio. Alimentación 220 V. Medida la unidad instalada.	2,4				2,4Ud
Barrera de luz infrarroja de protección perimetral (emisor y receptor), alcance 80 m.. Medida la unidad instalada.	1,6				1,6Ud
Transmisor telefónico de alarmas, con sintetizador de voz, grabación de números y mensaje por parte del usuario, duración del mensaje 60 segundos. Memoria para cinco números telefónicos de 12 cifras cada uno. Memoria eprom para almacenamiento de los números, dos canales de trabajo independientes. Disparo de canales mediante circuito abierto o cerrado. Medida la unidad instalada.	0,2				0,2Ud
Instalación Panel IBC 225TE 1660*990*4,5mm. Sobre estructura.	504				504Ud.
Inversor Solar-Max 100C. Instalado.	1				1ud.
Redes de puesta a tierra de protección general y servicio para el neutro, en centro de transformación, de acuerdo con lo indicado en la MIE-RAT-13, y normas de Cia. Suministradora, formada la primera de ellas por cable de cobre desnudo de 50 mm2. de sección y la segunda por cable de cobre aislado, tipo RV de 0,6/1 kV, y 50 mm2. de sección y picas de tierra de acero cobrizado de 2 m. de longitud y 14 mm. de diámetro. Incluso material de conexión y fijación.	0,2				0,2Ud
Transformador de media a baja tensión de 800 KVA. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 15/20 kV., tensión secundaria 231/400 A., regulación +2,5% + 5%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 4%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección.	0,2				0,2Ud
Ejecución de caseta de obra de 20 m2. de superficie formada por: Preparación del terreno, excavación de zanjas, cimentación de hormigón armado, solera de 10 cm. sobre encachado de piedra, cerramiento de bloque de hormigón gris 40x20x20 a una cara vista enfoscado en su interior con mortero de cemento 1/4, distribución de aseos y ducha con tabicón de L.H.D., alicatado de azulejo blanco 15x15, falso techo de placas aislantes, cubierta de placa de fibrocemento g.o. gris sobre perfilera metálica, puertas en madera enrasada pintadas, 2 ventanas correderas de aluminio natural con luna de 6 mm. i. pintura, instalación eléctrica, fontanería y saneamiento para lavabo, e inodoro, p.p. de desmontaje, demolición y ayudas de albañilería, totalmente terminada.					0,2Ud



Precios simples:

Ud	Designación de los elementos.	P. Unitario	Ud	Designación de los elementos.	P. Unitario
kg	Acero corrugado B 500 S	0,61	h.	Oficial 1ª	10,03
kg	Acero Galvanizado en Caliente	1,99	h.	Oficial segunda	9,26
m3	Agua	0,77	h.	Pala carg.cadenas 130 CV/1,8m3	44,15
kg	Alambre atar 1,30 mm.	1,23	h.	Peón especializado	8,37
t.	Arena de río 0/5 mm.	7,63	h.	Peón ordinario	8,06
m3	Arena de río 0/5 mm.	11,44	ud	Pequeño material	0,75
h.	Ayudante	8,81	ud	Pica de t.t. 200/14,3 Fe+Cu	8,59
h.	Ayudante Electricista	11,59	ud	Puent.conex.1x50 mm2 Al 12/20kV	672,35
ud	Barrera infrar. protec. perime.	354,54	ud	Puerta met.aba.galv. 400x200 STD	685,74
ud	Bas.200x100cm.malla sol.50x200x5	26,97	kg	Puntas 20x100	1,08
m	Cable 4 mm	1,77	ud	Rejilla de protección	261,47
m	Cable 50 mm	24,89	h.	Retrocargadora neum. 75 CV	33,96
h.	Camión basculante 4x4 14 t.	32,26	h.	Rodillo v.autop.tándem 2,5 t.	19,41
m3	Canon de tierras a vertedero	0,27	h.	Rodillo vibr.autopr.mixto 15 t.	30,57
h.	Capataz	10,08	ud	Terminales enchufables	186,77
Ud.	Caseta C.T. 1 Transf. 6080x2380	9637,05	m3	Tierra	5,10
t.	Cemento CEM II/B-M 32,5 R sacos	99,94	Kg	Tornillería	1,99
h.	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	26,83	Wp	Tornillería	0,01
m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 50 mm2 Cu	7,57	ud	Transf.baño aceite 800 KVA	11579,40
m.	Conduc. cobre desnudo 50 mm2	9,10	ud	Transmisor telefónico	161,64
h.	Dumper autocargable 2.000 kg.	7,89	Kg	Transporte Larga distancia	0,09
h.	Electricista Oficial 1ª	11,84	m.	Tubo acero 25x25x1,5 mm.	0,73
h.	Electricista Oficial 2ª	11,74	m.	Tubo acero 60x60x1,5 mm.	2,03
h.	Encargado	10,79	h.	Vibrador hormigón gasolina 75 mm	2,14
h.	Excav.hidr.neumáticos 100 CV	41,88	ud	Inversor Solar Max	35100,00
t.	Gravilla 20/40 mm.	5,60	ud	RECIBIDO CERCOS EN MUROS INT.	5,87
h.	Grúa celosía s/camión 30 t.	98,63	m2	ENFOSCADO BUENA VISTA 1/6 VERTI.	3,74
m3	Hormigón HA-25/B/40/Ila central	56,50	m2	ALIC.AZULEJO COLOR 15x15 cm. 1ª	16,07



Precios simples (cont.)

Ud	Designación de los elementos.	P. Unitario		Ud	Designación de los elementos.	P. Unitario
m3	Madera pino encofrar 26 mm.	203,74		ud	P.P. LISA HUECA, PINO P/PINTAR	91,22
h.	Maquinista o conductor	9,55		ud	VENT.AL.NA.CORRED. 2H.120x120cm.	78,17
Wp	Módulo solar IBC 225TE	3,50		m2	LUNA INCOLORA 6 mm.	27,82
m3	Morro 80/150 mm.	4,93		ud	Instalac. eléctrica caseta 20 m2	193,26
h.	Motoniveladora de 135 CV	43,46		ud	Inst. fontan/sanita. caseta 20m2	393,12
h.	Motosierra gasolina l=40cm.1,8CV	2,03		ud	Red saneamiento caseta 20 m2.	133,88
m2	PINTU.PLÁSTICA LISA BLANCA MATE	3,29		m.	CARGADERO HORMIGÓN D/T 19 cm.	12,13
m2	ESMALTE MATE S/MADERA	6,55		kg	Acero laminado A-42b	0,66
h.	Hormigonera 200 l. gasolina	2,46		m2	CUB.FIBRO. GRANONDA NATUR.	13,91
ud	Kit circuito cerrado televisión	606,47		m2	F.TECHO CARTÓN YESO LISO 13mm	12,6
ud	AYUDA ALBAÑ. INST. VVDA. UNIF	360,61		m2	FÁB.BLOQ.HORMIG.GRIS 40x20x20 cm.	16,8
m2	SOL.HM-17,5/B/20 10cm.+ ENCA.15cm	8,83		m2	TABICÓN LADRILLO H/D 25x12x8 cm.	9,09



Precios compuestos:

	Ud	Resumen	CanPres	P..Unitario	ImpPres
HORMIGÓN CICLÓPEO HM-10/B/40	m3				
	1 h.	Peón ordinario	1,25	8,06	10,08
	2 t.	Cemento CEM II/B-M 32,5 R sacos	0,255	99,94	25,48
	3 t.	Arena de río 0/5 mm.	0,54	7,63	4,12
	4 t.	Gravilla 20/40 mm.	1,08	5,60	6,05
	5 m3	Morro 80/150 mm.	0,33	4,93	1,63
	6 m3	Agua	0,12	0,77	0,09
Hormigón ciclópeo HM-10/B/40, de 10 N/mm2, con cemento CEM II/B-M 32,5R, arena de río y árido rodado Tmáx. 40 mm. y morro 80/150 mm., con hormigonera de 250 l.	7 h.	Hormigonera 200 l. gasolina	0,5	2,46	1,23
	m3			Total	48,68
H.ARM. HA-25/B/40/IIa CIM. V.MANUAL	m3				
	1 m3	HORM. 25/B/40/IIa V.MANUAL HA-CIM.	1	67,41	67,41
Hormigón armado HA-25/B/40/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.	2 kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	40	0,85	34,00
	m3			Total	101,41
ACERO CORRUGADO B 500 S	kg				ImpPres
	1 h.	Oficial 1ª	0,01	10,03	0,10
	2 h.	Ayudante	0,01	8,81	0,09
	3 kg	Acero corrugado B 500 S	1,08	0,61	0,66
Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE.	4 kg	Alambre atar 1,30 mm.	0,005	1,23	0,01
	kg			Total	0,85



Precios compuestos (cont.):

	Ud	Resumen	CanPres	P..Unitaric	ImpPres
HORM. HA-25/B/40/Ila CIM. V.MANUAL	m3				
	1 h.	Oficial primera	0,26	10,03	2,61
	2 h.	Peón ordinario	0,26	8,06	2,10
	3 h.	Vibrador hormigón gasolina 75 mm	0,26	2,14	0,56
Hormigón para armar HA-25/B/40/Ila, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx.40, ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocación. Según normas EHE.	4 m3	Hormigón HA-25/B/40/Ila central	1,1	56,50	62,15
			m3	Total	67,41
H.ARM. HA-25/B/40/Ila CIM.V.M.ENCOF	m3				ImpPres
	1 m3	H.ARM. HA-25/B/40/Ila CIM. V.MANUAL	1	101,41	101,41
Hormigón armado HA-25/B/40/Ila, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), encofrado y desencofrado, vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.	2 m2	ENCOF.MAD.ZAP.Y VIG.RIOS.Y ENCE.	2	9,90	19,80
			m3	Total	121,21
ENCOF.MAD.ZAP.Y VIG.RIOS.Y ENCE.	m2				
	1 h.	Oficial 1ª	0,3	10,03	3,01
	2 h.	Ayudante	0,3	8,81	2,64
	3 m3	Madera pino encofrar 26 mm.	0,02	203,74	4,07
	4 kg	Alambre atar 1,30 mm.	0,1	1,23	0,12
Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas, vigas y encepados, considerando 4 posturas.	5 kg	Puntas 20x100	0,05	1,08	0,05
			m2	Total	9,90
EXC.VAC.A MÁQUINA TERR.FLOJOS	m3				
	1 h.	Peón ordinario	0,02	8,06	0,16
Excavación a cielo abierto, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	2 h.	Retrocargadora neum. 75 CV	0,043	33,96	1,46
			m3	Total	1,62



Precios compuestos (cont.):

	Ud	Resumen	CanPres	P..Unitaric	ImpPres
COMPAC.TERRENO C.A.MEC.C/APORTE					
		m2			
	1	h. Peón ordinario	0,15	8,06	1,21
	2	h. Dumper autocargable 2.000 kg.	0,1	7,89	0,79
	3	h. Rodillo v.autop.tándem 2,5 t.	0,15	19,41	2,91
	4	h. Cisterna agua s/camión 10.000 l.	0,02	26,83	0,54
Compactación de terrenos a cielo abierto, por medios mecánicos, con aporte de tierras, incluso regado de los mismos, sin definir grado de compactación mínimo, y con p.p. de medios auxiliares.	5	m3 Tierra	1,1	5,10	5,61
		m2		Total	11,05
BARRERA INFRARROJOS PROT. PERIM.					
		ud			
	1	h. Oficial 1ª	0,75	11,84	8,88
	2	h. Ayudante	0,75	11,59	8,70
Barrera de luz infrarroja de protección perimetral (emisor y receptor), alcance 80 m. Medida la unidad instalada.	3	ud Barrera infrar. protec. perime.	1	354,54	354,54
		ud		Total	372,11
PUESTA A TIERRA C.T.					
		ud			
	1	h. Oficial 2ª	8	11,74	93,93
	2	ud Pica de t.t. 200/14,3 Fe+Cu	8	8,59	68,70
	3	m. Conduc. cobre desnudo 50 mm2	32	9,10	291,09
	4	m. Cond.aisla. 0,6-1kV 50 mm2 Cu	20	7,57	151,42
Redes de puesta a tierra de protección general y servicio para el neutro, en centro de transformación, de acuerdo con lo indicado en la MIE-RAT-13, y normas de Cia Suministradora, formada la primera de ellas por cable de cobre desnudo de 50 mm2. de sección y la segunda por cable de cobre aislado, tipo RV de 0,6/1 kV, y 50 mm2. de sección y picas de tierra de acero cobrizado de 2 m. de longitud y 14 mm. de diámetro. Incluso material de conexión y fijación.	5	ud Pequeño material	27	0,75	20,14
		ud		Total	625,27



Precios Compuestos (cont.):

	Ud	Resumen	CanPres	P..Unitario	ImpPres
CASETA PREF. 1 TRANSF. 6.080x2.380					
	ud				
	1	h. Cuadrilla A	2	22,87	45,74
	2	ud Caseta C.T. 1 Transf. 6080x2380	1	9637,05	9637,05
	3	h. Grúa celosía s/camión 30 t.	3	98,63	295,88
	4	m3 EXC.VAC.A MÁQUINA TERR.FLOJOS	9,5	1,62	15,39
	5	m2 COMPAC.TERRENO C.A.MEC.C/APORTE	19	11,05	209,95
Caseta prefabricada para contener un transformador, de dimensiones exteriores (largoxanchoxalto) 6.080x2.380x3.045 mm., formado por: envoltorio de hormigón armado vibrado, compuesto por una parte que comprende el fondo y las paredes incorporando puertas y rejillas de ventilación natural y otra que constituye el techo, estando unidas las armaduras del hormigón entre sí y al colector de tierra. Las puertas y rejillas presentarán una resistencia de 10 kilo-ohmios respecto a la tierra de la envoltorio. Pintado con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en techos, puertas y rejillas. Incluso alumbrado normal y de emergencia, elementos de protección y señalización como: banquillo aislante, guantes de protección y placas de peligro de muerte en los transformadores y accesos al local.					
	6	ud Pequeño material	27	0,75	20,14
	ud			Total	10224,14
TRANSMISOR TELEFÓNICO					
	1	h. Oficial 1ª	0,75	11,84	8,88
	2	h. Ayudante	0,75	11,59	8,70
Transmisor telefónico de alarmas, con sintetizador de voz, grabación de números y mensaje por parte del usuario, duración del mensaje 60 segundos. Memoria para cinco números telefónicos de 12 cifras cada uno. Memoria eeprom para almacenamiento de los números, dos canales de trabajo independientes. Disparo de canales mediante circuito abierto o cerrado. Medida la unidad instalada.					
	3	ud Transmisor telefónico	1	161,64	161,64
	ud			Total	179,21
KIT CIRCUITO CERRADO TELEVISIÓN					
	1	h. Oficial 1ª	7,5	11,84	88,82
	2	h. Ayudante	7,5	11,59	86,95
Equipo completo de vigilancia de video, compuesto por 1 cámara de 1/3" con óptica autoiris de 6,5 mm., con 38° de apertura, monitor de B/N 9", entrada de audio y video y alimentación por un solo cable. Incluye 20 m. de cable de interconexión preparado con conectores y señal de audio. Alimentación 220 V. Medida la unidad instalada.					
	3	ud Kit circuito cerrado televisión	1	606,47	606,47
	ud			Total	782,24



Precios compuestos (Cont.):

	Ud	Resumen	CanPres	P..Unitaric	ImpPres
VALLA BAS.200x100 cm. M.SOLD.50x200x5	ud				
	1 h.	Oficial primera	0,25	10,03	2,51
	2 h.	Ayudante	0,25	8,81	2,20
	3 m.	Tubo acero 60x60x1,5 mm.	2,7	2,03	5,49
	4 m.	Tubo acero 25x25x1,5 mm.	6,1	0,73	4,48
	5 ud	Bas.200x100cm.malla sol.50x200x5	1	26,97	26,97
Valla formada por bastidores de tubo de acero laminado de 200x100 cm., malla soldada de 50x200x5 mm., recercada con tubo hueco de acero laminado en frío de 25x25x1,5 mm. y postes intermedios cada 1 m. de tubo de 60x60x1,50 mm. ambos galvanizados por inmersión, totalmente montada, i/ recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4. (M-80)	6 m3	MORTERO CEMENTO 1/4 M-80	0,016	61,64	0,99
	ud			Total	42,64
MORTERO CEMENTO 1/4 M-80	m3				
	1 h.	Peón ordinario	1,7	8,06	13,70
	2 t.	Cemento CEM II/B-M 32,5 R sacos	0,35	99,94	34,98
	3 m3	Arena de río 0/5 mm.	1,03	11,44	11,78
	4 m3	Agua	0,26	0,77	0,20
Mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río de dosificación 1/4 (M-80), confeccionado con hormigonera de 250 l., s/RC-97.	5 h.	Hormigonera 200 l. gasolina	0,4	2,46	0,99
	m3			Total	61,64
PUERTA 4,00x2,00 40/14 STD	ud				
	1 h.	Oficial 1ª	2,5	11,84	29,61
	2 h.	Ayudante	2,5	11,59	28,98
Puerta de 1 hoja de 4,00x2,00 m. para cerramiento exterior, con bastidor de tubo de acero laminado en frío de 40x40 mm. y malla S/T galvanizada en caliente 40/14 STD, i/ herrajes de colgar y seguridad, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra. (sin incluir recibido de albañilería).	3 ud	Puerta met.aba.galv. 400x200 STD	1	685,74	685,74
	m3			Total	744,33



Precios compuestos (Cont.):

	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	P..Unitaric	ImpPres
Cuadrilla A	h.			22,87		
	1 h.	Oficial primera	1	10,03	10,03	10,03
	2 h.	Ayudante	1	8,81	8,81	8,81
	3 h.	Peón ordinario	0,5	8,06	8,06	4,03
			ud		Total	22,87
	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	P..Unitaric	ImpPres
TRANSF.ACEITE MT/BT 800 KVA	ud			14.257,42		
	1 h.	Oficial 1ª	26	10,48	11,84	307,90
	2 h.	Oficial 2ª	26	10,39	11,74	305,26
	3 ud	Transf.baño aceite 800 KVA	110.247,26		11579,40	11579,40
	4 ud	Puent.conex.1x50 mm2 Al 12/20kV	1	595	672,35	672,35
	5 ud	Terminales enchufables	6	165,28	186,77	1120,60
	6 ud	Rejilla de protección	1	231,39	261,47	261,47
Transformador de media a baja tensión de 800 KVA. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 15/20 kV., tensión secundaria 231/400 A., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 4%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección.						
	7 ud	Pequeño material	14	0,66	0,75	10,44
			ud		Total	14257,42
	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	P..Unitaric	ImpPres
EXC. ZANJA Y/O POZO EN TIERRA	m3			1,94		
	1 h.	Capataz	0,025	9,8	10,08	0,25
	2 h.	Excav.hidr.neumáticos 100 CV	0,025	37,06	41,88	1,05
Excavación en zanja y/o pozos en tierra, incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.						
	3 h.	Camión basculante 4x4 14 t.	0,02	28,55	32,26	0,65
			m3		Total	1,94



Precios Compuestos (Cont.):

	Ud	Resumen	CanPres	P..Unitaric	ImpPres
DESBROCE DE MONTE BAJO	m2				
	1 h.	Capataz	0,006	10,08	0,06
	2 h.	Peón ordinario	0,006	8,06	0,05
	3 h.	Pala carg.cadenas 130 CV/1,8m3	0,006	44,15	0,26
	4 h.	Camión basculante 4x4 14 t.	0,006	32,26	0,19
	5 h.	Motosierra gasolina 40cm.1,8CV	0,006	2,03	0,01
Desbroce y limpieza superficial de terreno de monte bajo, incluyendo arbustos, por medios mecánicos hasta una profundidad de 15 cm., con carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero.	6 m3	Canon de tierras a vertedero	0,15	0,27	0,04
			m2	Tota	0,62
	Ud	Resumen	CanPres	P..Unitaric	ImpPres
TERRAPLÉN	m3				
	1 h.	Capataz	0,01	10,08	0,10
	2 h.	Peón ordinario	0,015	8,06	0,12
	3 h.	Motoniveladora de 135 CV	0,015	43,46	0,65
	4 h.	Cistema agua s/camión 10.000 l.	0,015	26,83	0,40
Terraplén con productos procedentes de la excavación y/o de prestamos, extendido en tongadas de 30 cms. de espesor, humectación y compactación hasta el 95% del proctor modificado, incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación y preparación de la superficie de asiento, totalmente terminado.	5 h.	Rodillo vibr.autopr.mixto 15 t.	0,015	30,57	0,46
			m3	Tota	1,73
	Ud	Resumen	CanPres	P..Unitaric	ImpPres
Estructura	kg				
	1 kg	Acero Galvanizado en Caliente	1	1,99	1,99
	2 h.	Capataz	0,005	10,08	0,05
	3 h.	Oficial 1ª	0,01	10,03	0,10
	4 h.	Ayudante	0,03	8,81	0,26
	5 Kg	Transporte	1	0,09	0,09
Perfileria de acero galvanizado en caliente. Mecanización, puesta en obra y montaje.	6 Kg	Tomilleria	0,01	12	0,12
			kg	Tota	2,62



Precios Compuestos (Cont.):

	Ud	Resumen	CanPres	P..Un	ImpPres
Inversor	ud				
	1 ud	Inversor Solar Max	35100,00	1,00	35100,0
	2m	Cable 50 mm	100	27,15	2715,00
	3 m	Cable 4 mm	2,38	1,77	4,21
	4 h.	Electricista Oficial 1ª	16	11,84	189,48
	5 h.	Electricista Oficial 2ª	48	11,74	563,55
Inversor Solar-Max 100C. Instalación y cableado			ud	Total	38572,2
	Ud	Resumen	CanPres	P..Unitario	ImpPres
CONSTRUCC. CASETA OFICINA 20 m2.	ud				
	1 m3	H.ARM. HA-25/B/40/IIa CIM. V.MANUAL	7,92	101,41	725,39
	2 m2	SOL.HM-17,5/B/20 10cm.+ ENCA.15cm	50	8,83	441,5
	3 m.	CARGADERO HORMIGÓN D/T 19 cm.	10	12,13	121,3
	4 kg	Acero laminado A-42b	240,15	0,66	158,5
	5 m2	FÁB.BLOQ.HORMIG.GRIS 40x20x20 cm.	60,9	16,80	1023,12
	6 m2	TABICÓN LADRILLO H/D 25x12x8 cm.	6,5	9,09	59,09
	7 m2	RECIBIDO CERCOS EN MUROS INT.	3,84	5,87	22,54
	8 m2	ENFOSCADO BUENA VISTA 1/6 VERTI.	50	3,74	187
	9 m2	ALIC.AZULEJO COLOR 15x15 cm. 1ª	13	16,07	208,91



Precios Compuestos (Cont.):

	Ud	Resumen	CanPres	P..Unitaric	ImpPres
CONSTRUCC. CASETA OFICINA 20 m2. (Cont.)					
	ud				
	12 ud	P.P. LISA HUECA, PINO P/PINTAR	2	91,22	182,44
	13 ud	VENT.AL.NA.CORRED. 2H.120x120cm.	1	78,17	78,17
	14 m2	LUNA INCOLORA 6 mm.	1,44	27,82	40,06
	15 ud	Instalac. eléctrica caseta 20 m2	0,6	193,26	115,96
	16 ud	Inst. fontan/sanita. caseta 20m2	1	393,12	393,12
	17 ud	Red saneamiento caseta 20 m2.	0,6	133,88	80,33
	18	PINTU.PLÁSTICA LISA BLANCA MATE	50	3,29	164,5
	19 m2	ESMALTE MATE S/MADERA	11,28	6,55	73,88
Ejecución de caseta de obra de 20 m2. de superficie formada por: Preparación del terreno, excavación de zanjas, cimentación de hormigón armado, solera de 10 cm. sobre encachado de piedra, cerramiento de bloque de hormigón gris 40x20x20 a una cara vista enfoscado en su interior con mortero de cemento 1/4, distribución de aseos y ducha con tabicón de L.H.D., alcatado de azulejo blanco 15x15, falso techo de placas aislantes, cubierta de placa de fibrocemento g.o. gris sobre perfilera metálica, puertas en madera enrasada pintadas, 2 ventanas correderas de aluminio natural con luna de 6 mm. i. pintura, instalación eléctrica, fontanería y saneamiento para lavabo, e inodoro, p.p. de desmontaje, demolición y ayudas de albañilería, totalmente terminada.					
	20ud	AYUDA ALBAÑ. INST. VVDA. UNIF	0,5	360,61	180,31
			ud	Tota	4954,71



D: Carpeta de planos.

En carpeta a parte y junto con la memoria se presentan los planos:

- D01 Situación y emplazamiento.
- D02 Plano Parcelario.
- D03 Planta General.
- D04 Esquema Unifilar.
- D05 Estructura Soporte Paneles.
- D06 Vista de 3 Pórticos en simulación 3D.
- D07 Cimentación Pórtico.
- D08 Azimut y Alturas de obstáculo.



Anexos incluidos solo en el CD.

E: Catálogos.

F: Boletines Oficiales y Real Decretos.



Bibliografía

- [1] TOBAJAS VAZQUEZ, M. CARLOS. "Energía Solar Fotovoltaica". Ed. Cano Pina, S.L.- Ediciones Ceysa, 2005.
- [2] FALK ANTONY, CHRISTIAN DÜRSCHNER Y KARL-HEINZ REMMERS. "Fotovoltaica para Profesionales. Ed. Progenza, Sevilla 2005.
- [3] ALCOR CABRERIZO, E. "Instalaciones Solares Fotovoltaicas". Ed. Progenza, Sevilla 2002.
- [4] JEFATURA DEL ESTADO. Ley 54/1997, del 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. BOE 285. 28/11/2007
- [5] MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA. Real Decreto 2818/1998, del 23 diciembre, sobre producción de energía eléctrica para instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración. BOE nº 312. 30/12/1998.
- [6] MINISTERIO DE ECONOMIA. Real Decreto 436/2004, del 12 marzo, sobre la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. BOE nº 75. 27/03/04.
- [7] MINISTERIO DE ECONOMÍA. Real Decreto 1663/2000, del 29 septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión. BOE nº 235. 30/09/2007.
- [8] MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA. Real decreto 842/2002 de 2 de agosto, sobre Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. BOE 224. 18/09/2002
- [9] MINISTERIO DE ECONOMÍA. Real decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, sobre la regulación de actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. BOE nº 310. 27/12/2000
- [10] DIRECCION GENERAL DE POLITICA ENERGETICA Y MINAS. Resolución de 31 de mayo de 2001, sobre el modelo de contrato y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. BOE nº 148. 21/06/00.
- [11] PARLAMENTO EUROPEO, CONSEJO DE LA UNION. Directiva 2001/77 de 27 septiembre, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de



energía renovables en el mercado interior de la electricidad. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 27/10/2001.

- [12]** MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. Instrucciones Técnicas Complementarias BT 01 a BT 51. BOE suplemento del nº 224 Fascículos 1 y 2. 18/09/02.
- [13]** GENERALITAT DE CATALUNYA. DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA Y MINAS. Instrucción 5/2006 sobre evacuación de energía de instalaciones fotovoltaicas individuales compartiendo infraestructuras de interconexión (Parques solares), de 31 de mayo 2006.
- [14]** MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO. Real decreto 1580/2006, de 22 de diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos. BOE nº 15. 17/01/07.
- [15]** MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA. Real decreto 154/1995, de 3 de febrero, que regula las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados limites de tensión. BOE nº 53. 03/03/1995.
- [16]** DEPARTAMENT D'INDUSTRIA, COMERÇ I TURISME. Decret 352/2001, de 18 de desembre, sobre procediment administratiu aplicable a les instal·lacions d'energía solar fotovoltaica connectades a la xarxa elèctrica. DOGC núm 3544. 02/01/2002.
- [17]** INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE ENERGÍA. IDAE. "El sol puede ser suyo". Abril 2007. [<http://www.idae.es> , 23 Abril de 2007].
- [18]** GENERALITAT DE CATALUNYA. PRESIDENCIA. Decret 114/1988, de 7 d'abril, d'avaluació d'impacte ambiental. DOGC núm 1000. 03/06/1988.
- [19]** GOMEZ OREA, D. "Evaluación del Impacto Ambiental". Ed. Agrícola Española. Madrid 1999.
- [20]** GENERALITAT DE CATALUNYA. DEPARTAMENT DE TREBALL I INDÚSTRIA. Decret 363/2004, de 24 d'agost, pel qual es regula el procediment administratiu per a l'aplicació del Reglament electrotècnic per a baixa tensió. DOGC núm 4205. 26/08/2004.
- [21]** GENERALITAT DE CATALUNYA. PRESIDENCIA. Decret 328/1992, de 14 desembre, Pla d'espais d'interès natural. DOGC núm 1714. 01/03/1993.
- [22]** CANTER, L.W. "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental". McGraw Hill. 1997.



- [23] INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE ENERGÍA. IDAE. Pliego de condiciones técnicas, Octubre 2002. [<http://www.idae.es/doc/pct-c20.pdf>, 24 Abril de 2007].
- [24] AENOR. Norma UNE 21030:2003 “Conductores aislados, cableados en haz, de tensión asignada 0,6/1 kV para líneas de distribución, acometidas y usos análogos”. 30/07/2003
- [25] AENOR. Norma UNE 21123-1/5:2005. “Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV”. 26/01/2005.
- [26] COMISION EUROPEA. PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM. PVGIS.[<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/index.htm> , 24/04/2006]
- [27] MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO. Real Decreto 889/2006, de 21 julio, que regula el control metrológico del estado sobre instrumentos de medida. BOE 183. 02/08/2006.
- [28] CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ENERGIA SOLAR. “Instalaciones de Energía Solar”. Ed. ProgenSA, Sevilla 2006.

